

# **Fifty Years in the Research of the World Oribatida Fauna Ad Honorem Dr. Marie Hammer**

By  
J. BALOGH\*

The oribatid mites of the extra-European regions of the Earth until recent times have remained quite unknown. There loomed up the danger that the primary vegetation mostly of the southern continents undergoes changes or disappears altogether, and with in the oribatid fauna, before it is discovered and described.

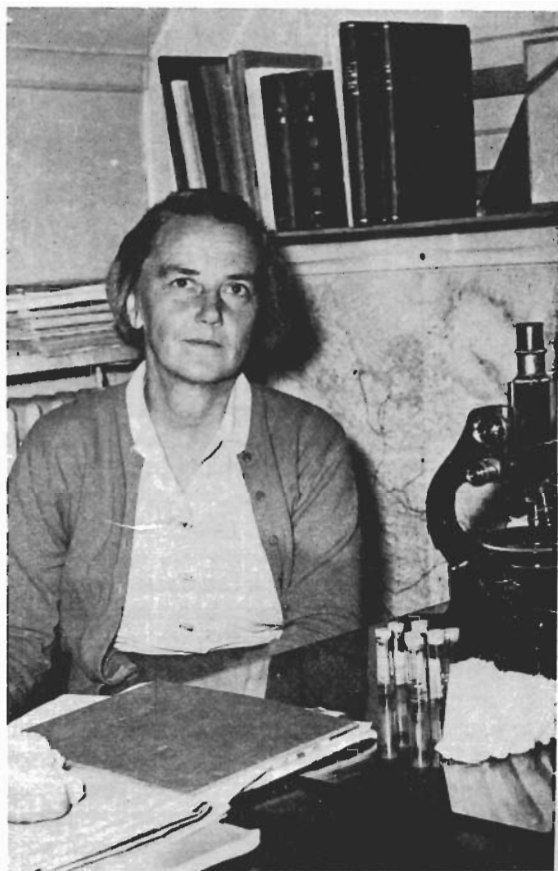
After realizing this potential danger, several oribatologists set the target to study and describe the oribatid mites of the extra-European regions. An outstanding role has been played in this work starting in 1958 by DR. MARIE HAMMER, who in 1984 commemorates the fiftieth anniversary of her scientific career. I feel myself honoured to make a summary and evaluation of her pioneering work.

MARIE HAMMER was a student of zoology in the University of Copenhagen when in 1930 the work of BORNEBUSCH: "The fauna of the forest soil" appeared. This was the first work which drew attention to the significant role of soil animals in the life of the soil, mostly in the energy turnover. Upon the impact of this work MARIE HAMMER decided to study soil zoology. In 1931 she went to Iceland and began her investigations. In 1932 she obtained the degree of Master of Science in zoology. Following this her life took a decisive turn when the famous KNUD RASMUSSEN, the explorer of the Arctic invited her to his 7th, the last "Thule expedition" to Greenland. It seems quite obvious that the joint effect of BORNEBUSCH and RASMUSSEN was decisive in the final decision of the young zoologist, when she drew up a programme of several expeditions to visit various continents.

But the realization of this programme was postponed by politics: the ten years between 1936 and 1945 were not suitable in Europe to start overseas scientific expeditions. In these years MARIE HAMMER elaborated her materials collected in Greenland and also wrote her doctoral thesis. She also got married

\* *Dr. János Balogh*, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Department of Systematic Zoology and Ecology of the Eötvös Loránd University), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

and gave birth to her children. Notable dates of her life: 1936: married Dr. phil. OLE HAMMER zoologist. 1938: KAREN was born (today biologist). 1941: INGA was born (today social pedagogue). 1942: BIRGITTE was born (today biologist), 1946: PEDER was born (today engineer). 1944: She obtained her degree of Dr. phil. in the University of Copenhagen with her thesis: "Studies on the oribatids and collembolus of Greenland."



After the Second World War MARIE HAMMER set to her original plan to realize the scientific expeditions. The goal may be a big one for one research worker: she wanted to explore the Oribatida fauna of the Andes Mountains in South America. She felt that new and basic information are needed, so before launching on the expedition, she visited all the large Oribatida collections of the world in order to be acquainted to extra-European species. Her itinerary included: 1948: studied at Harvard, Cambridge, U. S. A. (JACOT's collection). 1949: Leiden, Holland (OUDEMAN's collection). 1950: Stockholm, Sweden (TRAGARDH's collection and SELLNICK's collection). 1951: British Museum, Natural History, London, Great Britain (MICHAEL's collection). 1955: Firenze, Italy (BERLESE's collection). In oribatodology there has been no predecessor who would have followed such planned programme to explore any particular re-

gion of the world. Her South American routes were realized in 1954–1955: Argentina and Bolivia (she was accompanied by her husband DR. OLE HAMMER); in 1957–1958: Panama, Ecuador, Chile, Peru, Argentina (she was accompanied by her daughter BIRGITTE).

In the Oribatida material of South America she found such an ancient type species, *Mucronothrus nasalis*, which had been found in Greenland, North Europe and the Alps in very sporadic localities. It is quite probable that the area of this species must have been one whole in the Permian Period, but later became disjointed. In order to prove this hypothesis she travelled to other overseas countries. In 1962–1963: Fiji Islands, New Zealand, New Guinea; in 1969–1970: West Pakistan, Java, Bali, New Zealand, Tonga Islands, Western Samoa, Tahiti (partly with her husband and partly with BIRGITTE); in 1973–1974: Java, Bali (again with her husband and INGA). Among the listed regions it is New Zealand which is of paramount importance, since it falls within the *Nothofagus* forest belt as do the southern parts of South America. Here the vegetation alone suggests close palaeobiogeographical affinity between the two regions. The oribatid fauna of the *Nothofagus* forests displays some striking similarity between New Zealand and the southern parts of South America. The three volumes discussing oribatids of New Zealand are the most important work of MARIE HAMMER. The description of the numerous endemic genera and species along with a biogeographical synthesis closing the books make the work the best oribatidological handbook of recent years. There are not many examples in the zoological literature that one author would have attempted to show with such rich and complete material the transatlantic relationship of the southern continents as did MARIE HAMMER in her works published between 1958 and 1968 on the faunas of South America and New Zealand. These papers have well been complemented by the contributions from the Pacific islands, well demonstrating the basic differences of the former Gondwanaland and the islands surrounding it.

Besides making a biogeographical synthesis, MARIE HAMMER did a great service to zoology in general by exploring the oribatid fauna of South America and the South Sea Islands. She carried out her research in regions which today are gradually defaced and with it the primary vegetation of the primary soil fauna become extinct. Thus her works documented such a fauna which today under our eyes perish and many species are pushed to the brink of extinction.

To have a full picture it must be stated that MARIE HAMMER has never received any salary, besides travelling expenses, not a single cent from anybody; she and her husband covered all costs. She was her own Maecenas, and what is more, like a true Danish patriot she presented her invaluable collection to the Museum of Copenhagen.

If we glance through the life of MARIE HAMMER, we see a fruitful life rich in experiences. She had the opportunity to be a pioneer in the 20th century, an explorer of two large continents. There is scarcely any European country whose Oribatida fauna is so well known as is that of New Zealand. While travelling she has seen beautiful countries, which must have been great pleasure to her, but the biggest present to her surely was the joy of scientific research. She wrote to me in one of her letters: "I did it as a hobby. I call these years: my 50 years for Minerva, but it has been an interesting life." We all wish her many more years to be able to sacrifice to Minerva.

1. (1934): Ein revidiertes Verzeichnis über grönländische Milben. — Zool. Anz., 107.
2. (1934): A quantitative investigation of the microfauna communities of the soil in East Greenland. — Medd. Grönland, 100.
3. (1934): Lidt om Jordbundens Dyreliv på Østgrönland. — Naturens Vidundere, 3.
4. (1937): A quantitative and qualitative investigation on the microfauna communities of the soil at Angmagssalik and in Mikisfjord. — Medd. Grönland, 108.
5. (1944): Studies on the oribatids and collemboles of Greenland. — Medd. Grönland, 141.
6. (1946): Oribatids. The zoology of East Greenland. — Medd. Grönland, 122.
7. (1952): A new oribatid from Rocky Mountains. — Entomolog. Medd., 26.
8. (1952): The oribatid and collembola fauna in some soil samples from Søndre Strømfjord. — Entom. Medd., 26.
9. (1952): Investigations on the microfauna of Northern Canada, Part I. Oribatidae. — Acta Arctica, IV.
10. (1953): Investigations on the microfauna of Northern Canada, Part II. Collembola. — Acta Arctica, VI.
11. (1953): A new species of oribatid mite from Queensland. — Australian Jour. Zool., 1.
12. (1953): Collembola and oribatids from the Thule District and Ellesmere Island. — Medd. Grönland, 136.
13. (1954): Collembola and oribatids from Peary Land. — Medd. Grönland, 127.
14. (1955): Alaskan oribatids. — Acta Arctica, VII.
15. (1955): Some aspects of the distribution of microfauna in the Arctic. — „Arctic” Jour. Arctic Inst. N. America, 8.
16. (1956): Traek af mikrofaunaens sammensætning og Udbredelse i Arctis. — Nat. Tid., 20.
17. (1968) Investigations on the oribatid fauna of the Andes Mountains. I. The Argentina and Bolivia. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 10.
18. (1960): A few more oribatids from Greenland and Lapland. — Entom. Medd., 29.
19. (1961): A few new species of oribatids from Southern Italy. — Zool. Anz., 166.
20. (1962): Investigations on the oribatid fauna of the Andes Mountains. II. Peru. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 13.
21. (1962) Investigations on the oribatid fauna of the Andes Mountains. III. Chile. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 13.
22. (1962): Investigations of the oribatid fauna of the Andes Mountains. IV. Patagonia. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 13.
23. (1965): Are low temperatures a species-preserving factor? — Acta Univ. Lundensis, 2.
24. (1966): Investigations on the oribatid fauna of New Zealand. Part I. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 15.
25. (1966): A few oribatid mites from Ram, Jordan. — Zool. Anz., 177.
26. (1967): Some oribatids from Kodiak Island near Alaska. — Acta Arctica, XIV.
27. (1967): Investigations on the oribatid fauna of New Zealand. Part II. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 15.
28. (1968): Investigations on the oribatid fauna of New Zealand. Part III. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 16.
29. (1969): Transantarctic relationships within oribatids. — Intern. Congr. Entom. Moscow, XIII.
30. (1969): Investigations on oribatids found at plant quarantine stations in U. S. A. — Vid. Medd. Dansk Naturh. For., 132.

31. (1970): A few oribatid mites from Easter Island. — Pacific Insects, 12.
32. (1970): A few oribatid mites from Central Asia. — Zool. Anz., 184.
33. (1971): On some oribatids from Viti Levu, the Fiji Islands. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 16.
34. (1972): Microhabitats of oribatid mites on a Danish woodland floor. — Pedobiologia, 12.
35. (1972): Investigation on the oribatid fauna of Tahiti, and on some oribatids found on the Atoll Rangiora. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 19.
36. (1973): Oribatids from Tongatapu and Eua, the Tonga Islands, and from Upolu, Western Samoa. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 20.
37. (1975): On some oribatids from Central Sahara (Acari Oribatidae). — Steenstrupia, 3.
38. (1977): Investigations on the oribatid fauna of North-West Pakistan. Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 21.
39. (1979): A review of the world distribution of oribatid mites (Acari: Cryptostigmata) in relation to continental drift. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 22.
40. (1979): Investigations on the oribatid fauna of Java. — Biol. Skr. Dan. Selsk., 22.
41. (1981): On some oribatid mites from Java. Part I. — Acarologia, 22.
42. (1981): On some oribatid mites from Java. Part II. — Acarologia, 22.
43. (1982): On a collection of oribatid mites from Bali (Indonesia). — Entomol. Scand., 13.
44. (1982): Spreading of oribatid mites (Acari) in the Southern Pacific. — Zeitschr. Zool. Syst. Evol., 20.

# On the Genera *Mononchus* Bastian, 1865 and *Prionchulus* (Cobb, 1916) Wu & Hoeppli, 1929 (Nematoda: Mononchidae)

By

I. ANDRÁSSY\*

**Abstract.** The nematode genera *Mononchus* BASTIAN, 1865 and *Prionchulus* (COBB, 1916) WU & HOEPLI, 1929 are discussed and their species enumerated. *Mononchus bellus* and *Prionchulus auritus* n. spp. are described as new to science. Keys to the species of both genera are added.

In this paper I give the descriptions of two new species of the nematode family Mononchidae, and, by seizing the opportunity, I present some pictures on the genera *Mononchus* BASTIAN, 1865 and *Prionchulus* (COBB, 1916) WU & HOEPLI, 1929.

## Genus *Mononchus* BASTIAN, 1865

Mononchidae, Mononchinae. Body varying in length from 0.9 to 5.6 mm. Buccal cavity oblong, oval, armed with a large dorsal tooth lying in the anterior third of the mouth cavity and pointing forward. Opposite to the tooth a fine transverse rib on each subventral walls is present. Proximal end of oesophagus simple, non-tuberculate. Female gonads paired; vulva situated in the mid-body region. Males described for most species, with 10–40 ventral supplementary organs. Tails of both sexes similar, more or less elongated. Caudal glands well developed and opening terminally.

Predominantly aquatic animals; predators, devouring their preys in toto.

Type-species: *Mononchus truncatus* BASTIAN, 1865.

Eleven species may be listed here:

### *M. aquaticus* COETZEE, 1968

Syn. *Mononchus macrostoma* apud MEYL, 1955

*Mononchus longicaudatus* apud WILLIAMS, 1958

*Mononchus truncatus* apud MULVEY, 1967, partim: "small female"

*Mononchus truncatus* apud MULVEY & JENSEN, 1967

*Mononchus sinensis* SONI & NAMA, 1983

\* Dr. István Andrásy, ELTE Állattudományi és Ökológiai Tanszék (Department of Systematic Zoology and Ecology of the Eötvös Loránd University), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

**M. bellus** n. sp.

Syn. *Mononchus truncatus* apud COETZEE, 1968

**M. clarki** ALTHERR & DELAMARE DEBOUTTEVILLE, 1972

**M. italicus** ANDRÁSSY, 1959

Syn. *Clarkus italicus* (ANDRÁSSY, 1959) JAIRAJPURI, 1970

**M. maduei** SCHNEIDER, 1925\*

**M. mulveyi** n. nom.

Syn. *Mononchus maduei* apud MULVEY, 1978

**M. niddensis** SKWARRA, 1921

**M. scutarius** EROSHENKO, 1972

**M. superbus** MULVEY, 1978

**M. truncatus** BASTIAN, 1865

Syn. *Mononchus macrostoma* BASTIAN, 1865

*Mononchus longicaudatus* COBB, 1893

*Mononchus macrostoma* var. *longicaudata* COBB, 1893 (MICOLETZKY, 1922)

*Mononchus macrostoma* var. *armata* DADAY, 1897

*Mononchus dadayi* MICOLETZKY, 1914

*Iotonchus dadayi* (MICOLETZKY, 1914) ALTHERR, 1960

*Miconchus dadayi* (MICOLETZKY, 1914) MULVEY, 1962

*Mononchus tenuicaudatus* STEFANSKI, 1914

*Mononchus megalaimus* COBB, 1917

*Mononchus brevicavatus* KREIS, 1924

*Mononchus fusiformis* EROSHENKO, 1972

**M. tunbridgensis** BASTIAN, 1865

The following taxa must be regarded as species inquirendae:

**M. allgeni** MEYL, 1957

Syn. *Mononchus* sp. apud ALLGÉN, 1933

**M. macrostoma** var. *filicaudata* SCHNEIDER, 1937

**M. macrostoma** var. *pseudoparva* MICOLETZKY, 1922

**M. obtusus** COBB, 1917

The genus *Mononchus* is distributed over the world except the Antarctic. Europe is represented by 7 species, Asia by 4, Africa by 3, North America by 7, Central and South America by 5 and Australia by 2 species. The most common species is *M. truncatus*: it has been recorded from 39 countries or states hitherto. It is followed by *M. tunbridgensis* (from 14 countries or states) and *M. aquaticus* (from 11 countries or states). Five of the species have not been found since their first description.

### Comments

*Mononchus aquaticus*. — Although this species was described by COETZEE in 1968 we may be convinced that some former data in the literature also referred to it; thus, "*M. macrostoma*" of MEYL (1955), "*M. longicaudatus*" of WILLIAMS (1958), the "small female" of *M. truncatus* drawn by MULVEY (1967, Figs. 18 and

\* The recently described *Mononchus angarensis* GAGARIN, 1984 is very similar to *M. maduei* (the same species?).

20), and "*M. truncatus*" of MULVEY and JENSEN (1967). *Mononchus aquaticus* can be distinguished from its sister species, *M. truncatus*, by the smaller buccal cavity ( $27-31 \times 13-16 \mu\text{m}$  :  $45-50 \times 18-22 \mu\text{m}$ ) and the apex of the dorsal tooth situated more anteriorly (in  $19-23\%$  :  $22-28\%$ ).

*Mononchus bellus*. — The "*M. truncatus*" mentioned by COETZEE in 1968 is identical with *M. bellus*.

*Mononchus clarki*. — This short-tailed species is unique within the genus in having a subterminal-subdorsal opening for the caudal glands. In other respects, including the structure of the mouth cavity, it is a true *Mononchus*.

*Mononchus italicus*. — This interesting species was described by me from Italy (ANDRÁSSY, 1959). Since it had a very short tail, JAIRAJPURI (1970) transferred it in the genus *Clarkus*. I cannot agree with him: the shape and structure of the buccal cavity are different from those of *Clarkus* and wholly correspond for the characteristics of *Mononchus*. The single feature by which *M. italicus* differs from every other representative of the latter genus is the opisthodelphy of genital apparatus of the female. Unfortunately, I described this species on the basis of a single female (and a juvenile) and could not decide with certainty whether monodelphy was an individual extraordinary feature or a constant specific character.

*Mononchus mulveyi*. — MULVEY (1978) described a species from Canada under the name "*Mononchus maduei*" which, however, distinctly differs in the shape of the tail from that. While *M. maduei* has a short and plump tail hardly narrowing to its tip and broadly rounded, the tail of the Canadian species is longer, bent ventrally and finger-like in its posterior third. MULVEY's specimens represent in my opinion a distinct species for which I propose the name *M. mulveyi*.

*Mononchus scularius*. — Maybe that it is identical with *M. truncatus*. In the measurements, length of the mouth cavity ( $44 \mu\text{m}$ ) and position of the apex of the dorsal tooth ( $20\%$ ) it agrees well with *truncatus* but the labial papillae seem to be smaller and the vulval lips somewhat more protruding.

#### Key to the species of *Mononchus*

- 1 Body large, females  $2.7-5.6 \text{ mm}$  ..... 2
- Body smaller, females  $0.9-2.2 \text{ mm}$  ..... 5
- 2 Tail short,  $2.5-3$  times anal body diameter ( $c = 15-20$ ); males with  $22-26$  supplements ..... 3
- Tail longer,  $4-5$  times anal body diameter ( $c = 12-15$ ); males with  $33-40$  supplements ..... 4
- 3 Tail terminus in both sexes digitiform, ventrally bent. — ♀ :  $L = 2.8-3.4 \text{ mm}$ ;  $a = 35-44$ ;  $b = 2.8-3.3$ ;  $c = 16-20$ ;  $V = 50-60\%$  ♂ :  $L = 2.7-3.0 \text{ mm}$ ;  $a = 30-33$ ;  $b = 3.1-3.3$ ;  $c = 20-23$ . (Canada.) ..... *mulveyi* n. nom.
- Tail terminus in both sexes plump, broadly rounded, tail straight. — ♀ :  $L = 3.5-3.7 \text{ mm}$ ;  $a = 24-29$ ;  $b = 4.0-4.4$ ;  $c = 18-20$ ;  $V = 55-59\%$ . ♂ :  $L = 3.6 \text{ mm}$ ;  $a = 28$ ;  $b = 4.2$ ;  $c = 27$ . (Federal Republic of Germany.) ..... *maduei* SCHNEIDER



- 4 Body very long, 5 mm or more; apex of dorsal tooth in 23–24% of the buccal cavity; female tail about 400  $\mu$ m long. — ♀: L = 5.0–5.6 mm; a = 44–47; b = 3.8–4.5; c = 13; V = 51–53%. ♂: L = 4.5–6.0 mm; a = 39–46; b = 4.0–4.6; c = 19–24. (Canada.) ..... **superbus** MULVEY
- Body 3.5 mm or shorter; apex of dorsal tooth in 12–17% of the buccal cavity; female tail about 200  $\mu$ m long. — ♀: L = 2.7–3.5 mm; a = 32–43; b = 3.8–4.2; c = 12–15; V = 51–54%. ♂: L = 3.1 mm; a = 36; b = 3.7; c = 17. (Federal Republic of Germany, Czechoslovakia, Poland, Denmark, Soviet Union [Russia], Canada.) ..... **niddensis** SKWARRA
- 5 Female monodelphic, ovary posterior to vulva; tail short and plump. — ♀: L = 1.1 mm; a = 28; b = 3.7; c = 15; V = 54%. ♂ unknown. (Italy.) .... **italicus** ANDRÁSSY
- Female didelphic; tail generally long, exceptionally short ..... 6
- 6 Tail very short, 1.5 times anal body diameter, bluntly rounded; spinneret of caudal glands subdorsal. — ♀: L = 1.8 mm; a = 25; b = 3.5; c = 33; V = 59–60%. ♂ unknown. (United States [Massachusetts].) ..... **clarki** ALTHERR & DELAMARE DEBOUTTEVILLE
- Tail elongated, 5 to 12 times anal body diameter; spinneret of caudal glands terminal ..... 7
- 7 Buccal cavity small, 18–20  $\mu$ m long, its walls nearly straight; apex of dorsal tooth close to the beginning of the buccal cavity; body short, about 1 mm. — ♀: L = 0.9–1.2 mm; a = 20–31; b = 4.2–5.0; c = 8.3–10.3; V = 51–55%. ♂ unknown. (Holland, England, Switzerland, Czechoslovakia, Soviet Union [Russia, Georgia], India, Japan, South Africa, Canada, United States [Alabama, Virginia], Surinam, Australia.) ..... **tunbridgensis** BASTIAN
- Buccal cavity 27 to 50  $\mu$ m long, its walls concave; apex of dorsal tooth in 20–30% of the buccal cavity; body longer than 1 mm ..... 8
- 8 Vulval lips protruding. — ♀: L = 2.2 mm; a = 31; b = 3.7; c = 9.2; V = 58%. ♂ unknown. (Soviet Union [Far East].) ..... **scutarius** EROSHENKO
- Vulval lips simple, not protruding ..... 9
- 9 Apex of dorsal tooth in 30–33% of buccal cavity; subventral ridges anterior to tooth apex. — ♀: L = 1.5–1.8 mm; a = 28–34; b = 3.5–4.2; c = 6.1–8.4; V = 51–56%. ♂ unknown. (Hungary, South Africa, Puerto Rico, Argentina.) ..... **bellus** n. sp.
- Apex of dorsal tooth further forward; subventral ridges level with tooth apex or, mostly, posterior to that. .... 10
- 10 Buccal cavity 45–50  $\times$  18–22  $\mu$ m, tooth apex in 22–28%; female tail 250–280  $\mu$ m long. — ♀: L = 1.6–2.1 mm; a = 26–40; b = 3.4–4.3; c = 6.4–8.6; V = 48–55%. ♂: L = 1.7–2.2 mm; a = 32–46; b = 3.9–4.1; c = 8.9–10. (Europe: Holland, Federal Republic of Germany, Democratic

Republic of Germany, Switzerland, Austria, Czechoslovakia, Hungary, Poland, Denmark, England, Ireland, Finland, Spain, France, Yugoslavia, Italy, Soviet Union [Russia, Belorussia, Georgia, Kirghizia, Uzbekistan, Tadzhikistan]; Asia: Mongolia, Nepal, Japan, Sumatra; Africa: Ivory Coast, Ghana, Mauritius, Uganda, Zaire, Kenya, South Africa; Americas: Canada, United States [Hawaii], Mexico, Columbia, Venezuela, Peru; Australia.) . . .

**truncatus** BASTIAN

- Buccal cavity  $27-31 \times 13-16 \mu\text{m}$ , tooth apex in  $19-23\%$ ; female tail  $94-160 \mu\text{m}$  long. — ♀:  $L = 1.2-2.0 \text{ mm}$ ;  $a = 19-37$ ;  $b = 4-5$ ;  $c = 8-12$ ;  $V = 46-59\%$ . ♂:  $L = 1.7-2.0 \text{ mm}$ ;  $a = 26-32$ ;  $b = 4.3-4.9$ ;  $c = 11-26$ . (Hungary, Great Britain, Italy, Soviet Union [Russia, Kirghizia], India, Nigeria, Mauritius, South Africa, Mexico, St. Lucia.) . . .

**aquaticus** COETZEE

*Mononchus bellus* n. sp.

(Figs. 1 A-D and 2 A)

Specimens from Puerto Rico, ♀:  $L = 1.58-1.61 \text{ mm}$ ;  $a = 29-34$ ;  $b = 3.5-4.0$ ;  $c = 6.1-6.8$ ;  $V = 54-56\%$ ;  $c' = 7.8-8.2$ .

Specimens from Argentina, ♀:  $L = 1.54-1.62 \text{ mm}$ ;  $a = 30-31$ ;  $b = 3.9-4.0$ ;  $c = 6.8-7.0$ ;  $V = 51-53\%$ ;  $c' = 6.7$ .

Specimens from Hungary, ♀:  $L = 1.60-1.79 \text{ mm}$ ;  $a = 28-30$ ;  $b = 4.0-4.2$ ;  $c = 6.8-8.4$ ;  $V = 53-54\%$ ;  $c' = 6-8$ .

Body slender,  $50-63 \mu\text{m}$  wide. Cuticle smooth, very thin,  $1.5-2 \mu\text{m}$ . Head not set off,  $24-26 \mu\text{m}$  wide, lips and papillae moderately protruding. Body at posterior end of oesophagus  $1.9-2.2$  times as wide as head. Amphids caliciform, level with the beginning of stoma or somewhat posterior to it but always well before the dorsal tooth.

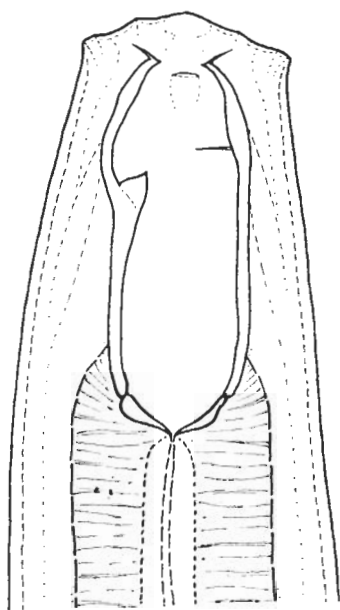
Buccal cavity elongated-oval,  $40-47 \times 18-21 \mu\text{m}$ , with nearly parallel walls, about  $1/10$  of oesophagus length. Dorsal tooth strong with apex lying in  $30-33\%$  of the mouth cavity. Subventral ridges fine but distinct, anterior to tooth apex. Oesophagus cylindrical,  $380-430 \mu\text{m}$  long, mostly somewhat shorter than the distance between the posterior oesophagus end and the vulva. Oesophago-intestinal junction not tuberculate. Intestine with large penta- or hexagonal cells and thick intima. Rectum about as long as anal body diameter. In the intestine small nematodes incorporated in toto may be often observed.

Vulval lips small, cuticularized. Vagina  $1/3$  as long as corresponding body diameter. Gonads paired; the anterior of them  $2.5-2.8$  times, the posterior  $2.8-3.2$  times as long as body diameter. Distance between vulva and anus  $1.7-2.6$  times as long as tail. Egg smooth-shelled,  $74-82 \times 48-50 \mu\text{m}$ .

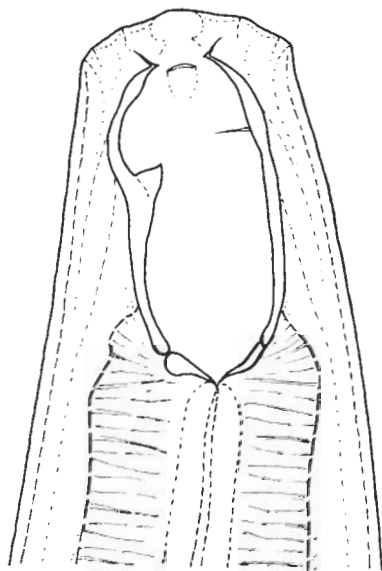
Tail  $220-258 \mu\text{m}$  long,  $6-8.2$  times as long as anal body diameter, nearly cylindrical,  $6-6.5 \mu\text{m}$  wide in its thinnest part and  $8 \mu\text{m}$  wide at the terminus. Caudal glands well developed, spinneret terminal. Tail, just before its posterior end, with two very small papillae.

Male unknown.

Brief characteristics: A medium-sized *Mononchus* species with a large buccal cavity, tooth apex situated comparatively far from the beginning of stoma, ventral ridges lying before tooth apex, and with long tail.



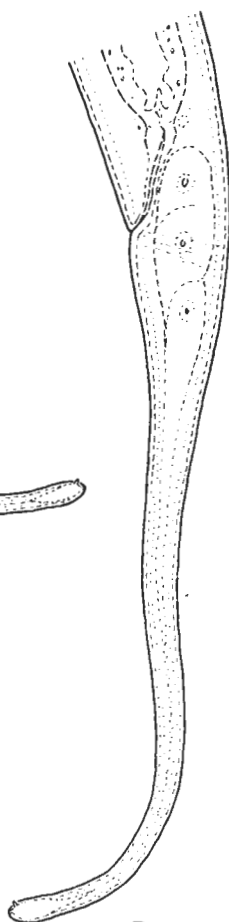
A



B

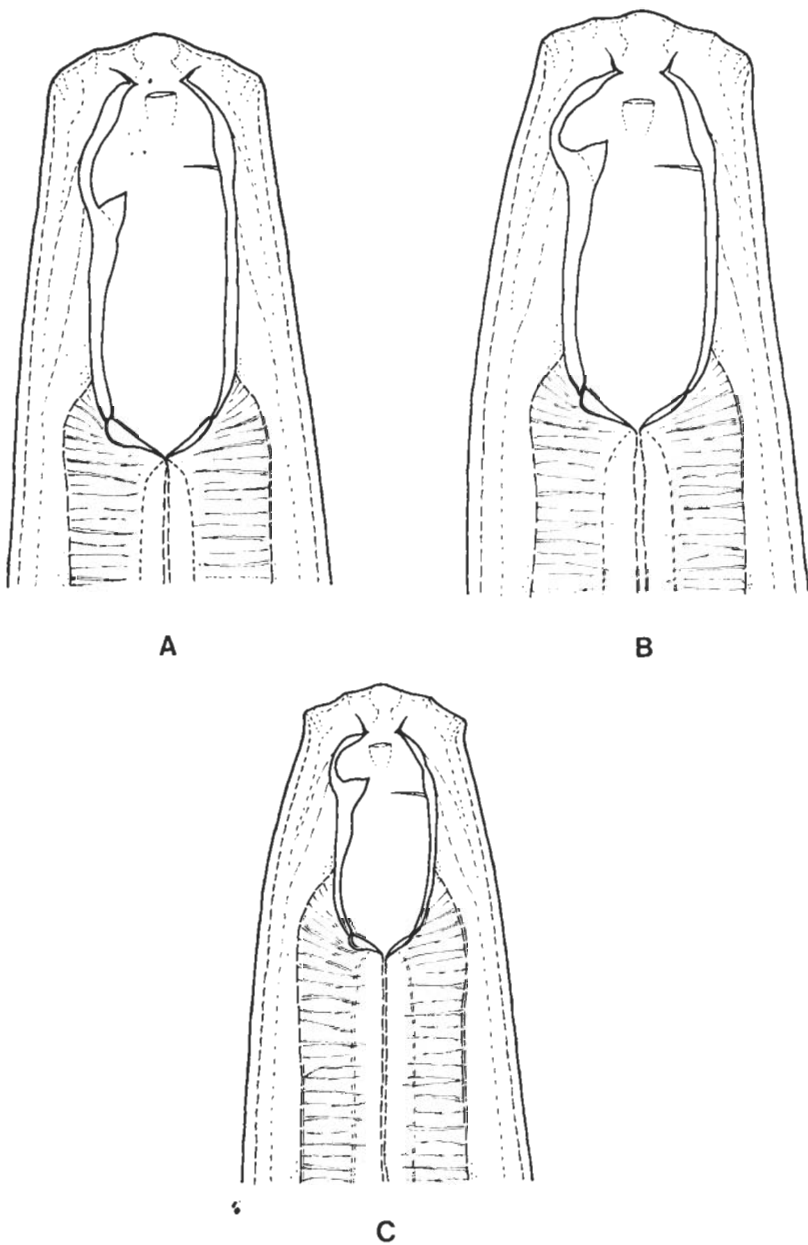


C



D

Figs. 1 A–D. *Mononchus bellus* n. sp. A: anterior end of a specimen from San Juan, Puerto Rico (1000 $\times$ ); B: anterior end of a specimen from Ezeiza, Argentina (1000 $\times$ ); C–D: female tails (400 $\times$ )



Figs. 2 A–C. Anterior ends of three closely related species of *Mononchus*. A: *M. bellus* n. sp. from San Juan, Puerto Rico (1000 $\times$ ); B: *M. truncatus* BASTIAN, 1865 from the Lake Chungará, Chile (1000 $\times$ ); C: *M. aquaticus* COETZEE, 1968 from Poroszló, Hungary (1000 $\times$ )

Holotype: ♀ on the slide No. Ca-48 in the collection of the author.

Type locality: San Juan in Puerto Rico, detritus from a rivulet, June 1979.

This new species is so closely related to *Mononchus truncatus* BASTIAN, 1865 and *M. aquaticus* COETZEE, 1968 that they three form a definite group within the genus. They can be separated each from the other by the position of the apex of dorsal tooth and the level of subventral transverse ribs in the buccal cavity. *Mononchus bellus* n. sp. is characterized among them in having the most posterior position of the tooth apex: in 30–33% of mouth cavity (in 22–28% at *truncatus* and in 19–23% at *aquaticus*); at the same time, the subventral ribs are always situated somewhat before this apex. Besides, *M. bellus* can be distinguished by the much larger buccal cavity from *M. aquaticus* ( $40-47 \times 18-21 \mu\text{m}$  versus  $27-31 \times 13-16 \mu\text{m}$ ).

I have further specimens of *M. bellus* in my collection: Ezeiza, Prov. Buenos Aires in Argentina, algae from a pool, December 1961; Gyöngyössolymos in Hungary, Tarna Creek, mosses from the water, June 1975. It must be noted that also the specimens described by COETZEE as "*M. truncatus*" from South Africa (1968, p. 74, Fig. 5 A–B) probably belong to *M. bellus*. The species is distributed according to recent knowledge in Europe (Hungary), Africa (Union of South Africa), Central and South America (Puerto Rico, Argentina).

#### Genus *Prionchulus* (COBB, 1916) WU & HOEPPLI, 1929

Mononchidae, Prionchulinae. Length of body varying between 1.1 and 4.0 mm. Buccal cavity 1.5–2 times as long as wide, barrel shaped. Dorsal tooth large, in anterior third of the mouth cavity, with apex directed forward; opposed by two longitudinal ribs armed with saw-like denticles, 8–20 on each. Oesophago-intestinal junction non-tuberculate. Female gonads paired, vulva post-equatorial. Males known for most species; preanal supplementary organs 16–30 in number. Tails of both sexes similar, conoid, arcuate, without caudal glands and terminal opening.

Terrestrial nematodes, predominantly in mosses; predators.

Type-species: *Oncholaimus muscorum* DUJARDIN, 1845 = *Prionchulus muscorum* (DUJARDIN, 1845) WU & HOEPPLI, 1929.

Six species may be ordered here:

**P. auritus** n. sp.

**P. longus** (THORNE, 1929) ANDRÁSSY, 1958

Syn. *Mononchus longus* THORNE, 1929

*Mononchus* (*Prionchulus*) *longus* THORNE, 1929 (GOODEY, 1951)

**P. muscorum** (DUJARDIN, 1845) WU & HOEPPLI, 1929

Syn. *Oncholaimus muscorum* DUJARDIN, 1845

*Mononchus muscorum* (DUJARDIN, 1845) BASTIAN, 1865

*Mononchus* (*Prionchulus*) *muscorum* (DUJARDIN, 1845) BASTIAN, 1865 (COBB, 1916)

*Mononchus bastiani* DE MAN, 1876

*Mononchus clenodentatus* TYSOWSKI, 1915

*Prionchulus medius* EROSHENKO, 1975

**P. punctatus** (COBB, 1917) CLARK, 1960

Syn. *Mononchus (Prionchulus) punctatus* COBB, 1917

*Mononchus papillatus* apud BRAKENHOFF, 1913

**P. spectabilis** (DITLEVSEN, 1912) ANDRÁSSY, 1958

Syn. *Mononchus spectabilis* DITLEVSEN, 1912

*Mononchus (Prionchulus) spectabilis* DITLEVSEN, 1912 (COBB, 1916)

**P. vescus** EROSHENKO, 1975

The genus *Prionchulus* is distributed in every continent except the Antarctic; 4 species occur in Europe, 4 in Asia, 1 in Africa, 3 in North America, 1 in South America and 1 in Australia. The most frequent species is *P. muscorum* having been reported from 28 countries or states. It is followed by *P. punctatus* occurring in 10 countries. Three of the six species are known from a single country.

### Comments

*Prionchulus longus* and *P. spectabilis*. — The female genital organ of these species is somewhat atypical. While in the other species the gonads are short, the oviducts join immediately to the uterus, there is no spermatheca, and the ovaries are at least half as long as the corresponding branch of the gonad (Type I), in both species mentioned above the gonads are long, the oviducts join by sphincters to the uterus, there are well-developed spermathecae, and the ovaries are shorter than half the length of the corresponding branch of the gonads (Type II). *Prionchulus longus* and *spectabilis* are very closely related, perhaps identical species.

*Prionchulus medius*. — I propose *P. medius* EROSHENKO, 1975 to be a new synonym of *P. muscorum*. After the description and figures *P. medius* cannot be separated from the type species of the genus.

*Prionchulus thiocrenobius*. — PAX and Soós (1943) described from sulphur springs in Germany a species under the name *Mononchus (Prionchulus) thiocrenobius* which I transferred (1958) to the genus *Prionchulus*: *P. thiocrenobius* (PAX & Soós, 1943) ANDRÁSSY, 1958. The subsequent authors, MULVEY as well (1967), accepted this proposition. My recent opinion is, however, that *thiocrenobius* is not a true *Prionchulus*. Owing to the following characteristics it differs from every species of the genus: 1) the subventral denticles are exceedingly small and arranged in a special way: they are grouped in two very short rows and situated far forward; 2) the tail is not of the usual conical, ventrally curved type but elongated and provided with caudal glands and spinneret; 3) the vulva is situated more anteriorly (47%) than in the "true" *Prionchulus* species (54–69%). On the ground of these "aberrant peculiarities" I prefer to take out *thiocrenobius* from the genus *Prionchulus* and regard it as a "species incertae sedis". It seems not quite impossible that the species of PAX and Soós is congeneric either with the species of *Mononchus* or with those of *Paramononchus*.

### Key to the species of *Prionchulus*

- 1 Female gonads of type II: long, with elongated uterus, muscular sphincter between oviduct and uterus, separate spermathecae and short ovaries . . . . . 2
- Female gonads of type I: short and stout, with short uterus and comparatively long ovaries but without sphincter and spermatheca . . . . . 3

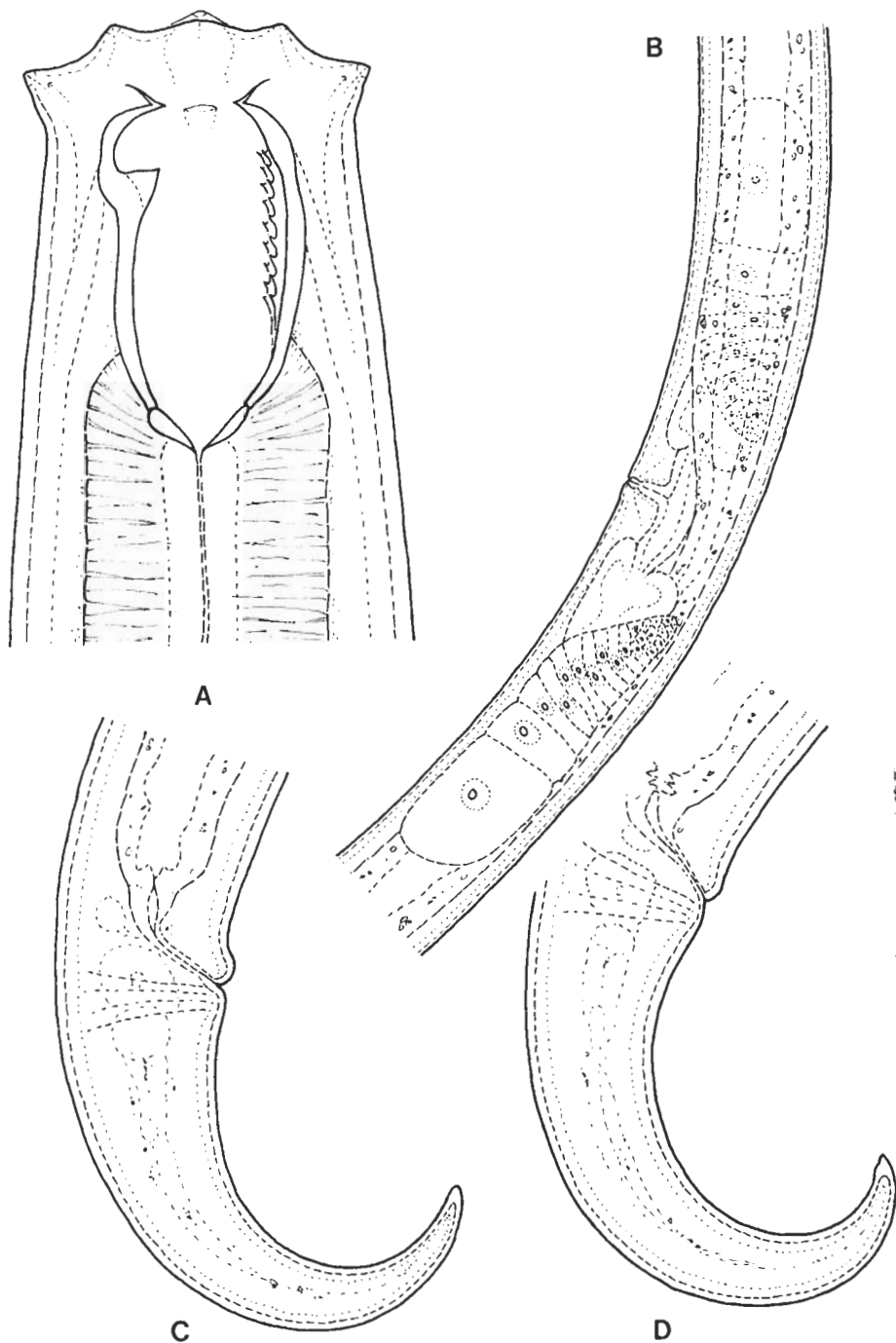
- 2 Tail comparatively longer ( $c = 14-22$ ), vulva in 61–69% of body length.  
 – ♀:  $L = 2.1-3.1$  mm;  $a = 24-31$ ;  $b = 3.8-4.6$ ;  $c = 14-22$ ;  $V = 61-69\%$ . ♂:  $L = 2.0-2.9$  mm;  $a = 23-27$ ;  $b = 4.1-4.5$ ;  $c = 20-27$ .  
 (Italy, Canada, United States [Colorado].) .....  
**longus** (THORNE)
- Tail comparatively shorter ( $c = 24-31$ ), vulva in 54–57% of body length.  
 – ♀:  $L = 2.5-4.0$  mm;  $a = 31-35$ ;  $b = 4.6-5.0$ ;  $c = 24-31$ ;  $V = 54-57\%$ . ♂:  $L = 2.2-4.0$  mm;  $a = 45-47$ ;  $b = 4.6-4.9$ ;  $c = 35-46$ .  
 (Federal Republic of Germany, Switzerland, Hungary, Denmark, Greenland, Sweden, Finland.) .....  
**spectabilis** (DITLEVSEN)
- 3 Labial papillae conoid, protruding, the posterior ones especially prominent, ear-like. – ♀:  $L = 2.2-2.4$  mm;  $a = 30-32$ ;  $b = 4.0-4.2$ ;  $c = 13-14$ ;  $V = 59-62\%$ . ♂ unknown. (Sri Lanka.) .....  
**auritus** n. sp.
- Labial papillae more rounded, never so prominent or ear-like ..... 4
- 4 Smaller species, under 1.5 mm; spicules about 60  $\mu$ m long. – ♀:  $L = 1.1-1.3$  mm;  $a = 17-22$ ;  $b = 3.1-3.7$ ;  $c = 12-15$ ;  $V = 61-69\%$ . ♂:  $L = 1.2$  mm;  $a = 18$ ;  $b = 3.5$ ;  $c = 16$ . (Soviet Union [Far East].) .....  
**vescus** EROSHENKO
- Larger species, 1.5 to 2.5 mm; spicules 85–90  $\mu$ m long ..... 5
- 5 Egg shell echinulate; tooth apex in 15–20% of buccal cavity. – ♀:  $L = 1.5-2.2$  mm;  $a = 27-39$ ;  $b = 3.6-4.8$ ;  $c = 12-18$ ;  $V = 59-67\%$ . ♂:  $L = 2.0-2.4$  mm;  $a = 32-34$ ;  $b = 3.7-4.5$ ;  $c = 20-25$ . (Holland, Belgium, Federal Republic of Germany, Switzerland, Great Britain, France, Nepal, Canada, United States, Mexico.) .....  
**punctatus** (COBB)
- Egg shell smooth; tooth apex in 24–28% of buccal cavity. – ♀:  $L = 1.8-2.5$  mm;  $a = 26-33$ ;  $b = 3.3-4.4$ ;  $c = 10-18$ ;  $V = 57-67\%$ . ♂:  $L = 2.2$  mm;  $a = 36-37$ ;  $b = 4.0-4.1$ ;  $c = 18-20$ . (Holland, Federal Republic of Germany, Democratic Republic of Germany, Austria, Hungary, Poland, Spain, France, Italy, Yugoslavia, Denmark, Sweden, Canary Islands, Egypt, Mauritius, Zaire, Kenia, India, Mongolia, China, Hainan, Soviet Union [Far East], Canada, United States [California, Florida], St. Lucia, Dominica, Brazil, New Zealand.) .....  
**muscorum** (DUJARDIN)

*Prionchulus auritus* n. sp.

(Fig. 3 A–D)

♀:  $L = 2.2-2.4$  mm;  $a = 30-32$ ;  $b = 4.0-4.2$ ;  $c = 13-14$ ;  $V = 59-62\%$ ;  $c' = 3.3-4.2$ .

Body strongly bent ventrally. Cuticle smooth, 2.3–3  $\mu$ m thick on mid-body region. Head 43–45  $\mu$ m wide, lips separate, labial papillae conoid and protruding, especially the posterior ones which are ear-like (hence the name “auritus”). Amphid with slit-like opening, level with anterior end of mouth cavity.



Figs. 3 A–D. *Prionchulus auritus* n. sp. A: anterior end (100 $\times$ ); B: female genital organ (210 $\times$ ); C–D female tails (400 $\times$ )



Buccal cavity large,  $46-48 \times 26-27 \mu\text{m}$  ( $55-56 \mu\text{m}$  long from anterior margin of head), its wall moderately thick. Dorsal tooth strong with apex situated in 19–20% of buccal cavity ( $9-10 \mu\text{m}$  from beginning of the latter), opposed by two longitudinal ribs provided with small denticles, 9–10 on each. Oesophagus  $560-590 \mu\text{m}$  long, heavy muscular, its posterior end not tuberculate. Excretory pore small but visible,  $190-200 \mu\text{m}$  from head, or in 33–35% of oesophagus length, respectively. Rectum somewhat shorter than anal body diameter. The intestine was empty in every animal.

Vulva with small,  $6-7 \mu\text{m}$  long cuticularized knobs. Vagina about  $2/5$  as long as corresponding body width. Female genital organ paired, comparatively short (Type I); anterior gonad 3.4–4.6 times as long as body diameter, 11–13% of body length, posterior gonad 3.7–5.2 times as long as body diameter, 12–14% of body length. There were no eggs in the uterus.

Distance between vulva and anus 4–4.6 times as long as tail. This latter  $160-180 \mu\text{m}$ , 3.3–4.2 times anal body diameter, strongly curved ventrally with finely rounded tip.

Male unknown.

Brief characteristics: Body of medium size, labial papillae strong, ear-like, mouth cavity large, subventral denticles 9–12 in each row, excretory pore conspicuous, gonads short, tail strongly bent.

Holotype: ♀ on the slide No. A–9608 in the collection of the author.

Type locality: Sri Lanka, Kandy, Nuwara Eliya, mosses from trunk in a rain forest, July 1968, leg. J. BALOGH & I. LOKSA.

*Prionchulus auritus* n. sp. resembles *P. spectabilis* (DITLEVSEN, 1912) ANDRÁSSY, 1958 in shape and strong development of the labial papillae. It can be distinguished from the latter by the shorter body (*spectabilis* 2.5–4.0 mm long), the short female genital apparatus (in *spectabilis* the gonads are long, of type II), and the comparatively longer and not so sharply pointed tail.

MEYL (1955) described a male specimen under the name *Mononchus* (*Prionchulus*) *spectabilis* from the German shores which was, however, much shorter than the typical *spectabilis* and its spicules were also smaller, only half as long as those of *spectabilis*. CLARK (1960) regarded this nematode as a species inquirenda. Notwithstanding it is possible that MEYL's species is conspecific with *Prionchulus auritus* n. sp. (♂:  $L = 1.5 \text{ mm}$ ;  $a = 21$ ;  $b = 3.8$ ;  $c = 24$ ; spicules =  $68 \mu\text{m}$ ; supplements 25 in number.)

## REFERENCES

1. ALTHERR, E. & DELAMARE DEBOUTTEVILLE, C. (1972): Nématodes interstitiels des eaux douces des États-Unis d'Amérique (États de Washington, du Colorado et du Massachusetts) récoltés par Cl. Delamare Deboutteville. — Ann. Spéleol., 27: 683–760.
2. ANDRÁSSY, I. (1959): Nematoden aus dem Psammon des Adige-Flusses, I. — Mem. Mus. Civ. Stor. Nat. Verona, 7: 163–181.
3. BASTIAN, H. C. (1865): Monograph on the Anguillulidae, or free nematoids, marine, land, and freshwater; with descriptions of 100 new species. — Tr. Linn. Soc. London, 25: 1–248.
4. BRAKENHOFF, H. (1913): Beitrag zur Kenntnis der Nematodenfauna des nordwestdeutschen Flachlandes. — Abhandl. Naturw. Ver. Bremen, 22: 1–22.
5. CLARK, W. C. (1960): Redescription of *Mononchus truncatus* Bastian, *M. papillatus* Bastian and *Prionchulus muscorum* (Dujardin) (Enoplida, Nematoda), — Nematologica, 5: 184–198.

6. COBB, N. A. (1893): Nematodes, mostly Australian and Fijian. — Macleay Mem. Vol. Linn. Soc. N. South Wales: 252—308.
7. COBB, N. A. (1916): Subdivisions of Mononchus. — Journ. Parasitol., 2: 195—196.
8. COBB, N. A. (1917): The mononchs (Mononchus Bastian, 1866). A genus of free-living predatory nematodes. — Soil Sci., 3: 431—486.
9. COETZEE, V. (1968): Southern African species of the genera Mononchus and Prionchulus (Mononchidae). — Nematologica, 14: 63—76.
10. DADAY, J. (1897): Die freilebenden Süsswasser-Nematoden Ungarns. — Zool. Jahrb. Syst., 10: 91—134.
11. DITLEVSEN, H. (1912): Danish freeliving nematodes. — Vid. Medd. Dansk. Naturh. Foren. København, 63: 213—256.
12. DUJARDIN, F. (1845): Histoire naturelle des helminthes ou vers intestinaux. — Paris: 1—654
13. EROSHENKO, A. S. (1972): Novye vidy khishchnykh nematod (Mononchidae) iz Primorskogo kraja. (New species of carnivorous Nematoda in the Maritime territory.) — Zool. Zhurn., 51: 13—20.
14. EROSHENKO, A. S. (1975): Desyat novykh vidov nematod otrjada Mononchida Jairajpuri, 1969, iz khvojnykh Primorskogo kraja. (Ten new nematode species of the order Mononchida Jairajpuri, 1969, from coniferous forests of Primorye.) — Gel'mintol. Issledov. Zhiv. Rast., 26: 152—169.
15. JAIRAJPURI, M. S. & KHAN, W. U. (1982): Predatory nematodes (Mononchida), with special reference to India. — New Delhi: 1—131.
16. KREIS, H. A. (1924): Die Seen im Aela- und Tinzendorfergebiet, II. — Jahresb. Naturf. Ges. Graubündens, 63: 23—68.
17. DE MAN, J. G. (1876): Onderzoekingen over vrij in de aarde levende Nematoden. — Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver., 2: 78—196.
18. MEYL, A. H. (1955): Über einige an den deutschen Küsten vorkommende Arten der Nematodengattung Mononchus Bastian, 1865. — Kieler Meeresforsch., 11: 80—85.
19. MICOLETZKY, H. (1914): Freilebende Süsswasser-Nematoden der Ost-Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Lunzer Seengebietes. — Zool. Jahrb. Syst., 36: 331—546.
20. MULVEY, R. H. (1967): The Mononchidae: a family of predaceous nematodes. VI. Genus Mononchus (Nematoda: Mononchidae). — Canad. Journ. Zool. 45: 915—940.
21. MULVEY, R. H. (1967): The Mononchidae: a family of predaceous nematodes. VII. Genus Prionchulus (Nematoda: Mononchidae). — Canad. Journ. Zool. 45: 941—953.
22. MULVEY, R. H. (1978): Predaceous nematodes of the family Mononchidae from the Mackenzie and Porcupine river system and Somerset Island, N. W. T., Canada. — Canad. Journ. Zool., 56: 1847—1868.
23. MULVEY, R. H. & JENSEN, H. J. (1967): The Mononchidae of Nigeria. — Canad. Journ. Zool. 45: 667—727.
24. PAX, F. & SOÓS, Á. (1943): Die Nematoden der deutschen Schwefelquellen und Thermen. — Arch. Hydrobiol., 40: 123—183.
25. SCHNEIDER, W. (1925): Freilebende Süsswassernematoden aus ostholsteinischen Seen. Nebst Bemerkungen über die Nematodenfauna des Müritzer- und Schaalsees. — Arch. Hydrobiol., 16: 536—584.
26. SKWARRA, E. (1921): Diagnosen neuer freilebender Nematoden Ostpreussens. — Zool. Anz., 53: 66—74.
27. SONI, G. R. & NAMA, H. S. (1983): Mononchus sinensis n. sp. (Nematoda: Mononchidae) from India. — Curr. Sci., 52: 75—76.
28. STEFANSKI, W. (1914): Recherches sur la faune des nématodes libres du Bassin du Léman. — Thèse, Genève: 1—72.

29. THORNE, G. (1929): Nematodes from the summit of Long's peak, Colorado. — Trans. Amer. Microsc. Soc., 48: 181—195.
30. TYSOWSKI, A. (1915): Wolnozijace nicienie (nematodes) zebrane w powiecie sokalskim. — Rozpr. Wiadom. Muz. Dziedusz., 1: 65—92.
31. WILLIAMS, J. R. (1958): Studies on the nematode soil fauna of sugar cane fields in Mauritius;  
1. The genus *Mononchus* (Trilobidae, Enoplida). — Mauritius Sugar Ind. Res. Inst. Occ. Pap., 1: 1—13.

## Three New Species of Mononchoidea (Nematoda) from the Southern Hemisphere

By

I. ANDRÁSSY\*

**Abstract.** Three new species of the superfamily Mononchoidea are described. *Clarkus pulcherrimus* n. sp. (Mononchidae) from Australia is the longest-tailed representative of the genus. *Cobbonchus collaris* n. sp. (Mononchidae) from Brazil can be distinguished by its uniformly narrowing, arcuate tail. *Margaronchulus adenticulatus* n. sp. (Mylonchulidae) from the Congo Republic is characterized by the short tail and the absence of any small denticles in the buccal cavity.

Two new species of the family Mononchidae and one of the family Mylonchulidae, all collected south of the Equator, are presented here.

*Clarkus pulcherrimus* n. sp.  
(Fig. 1 A–E)

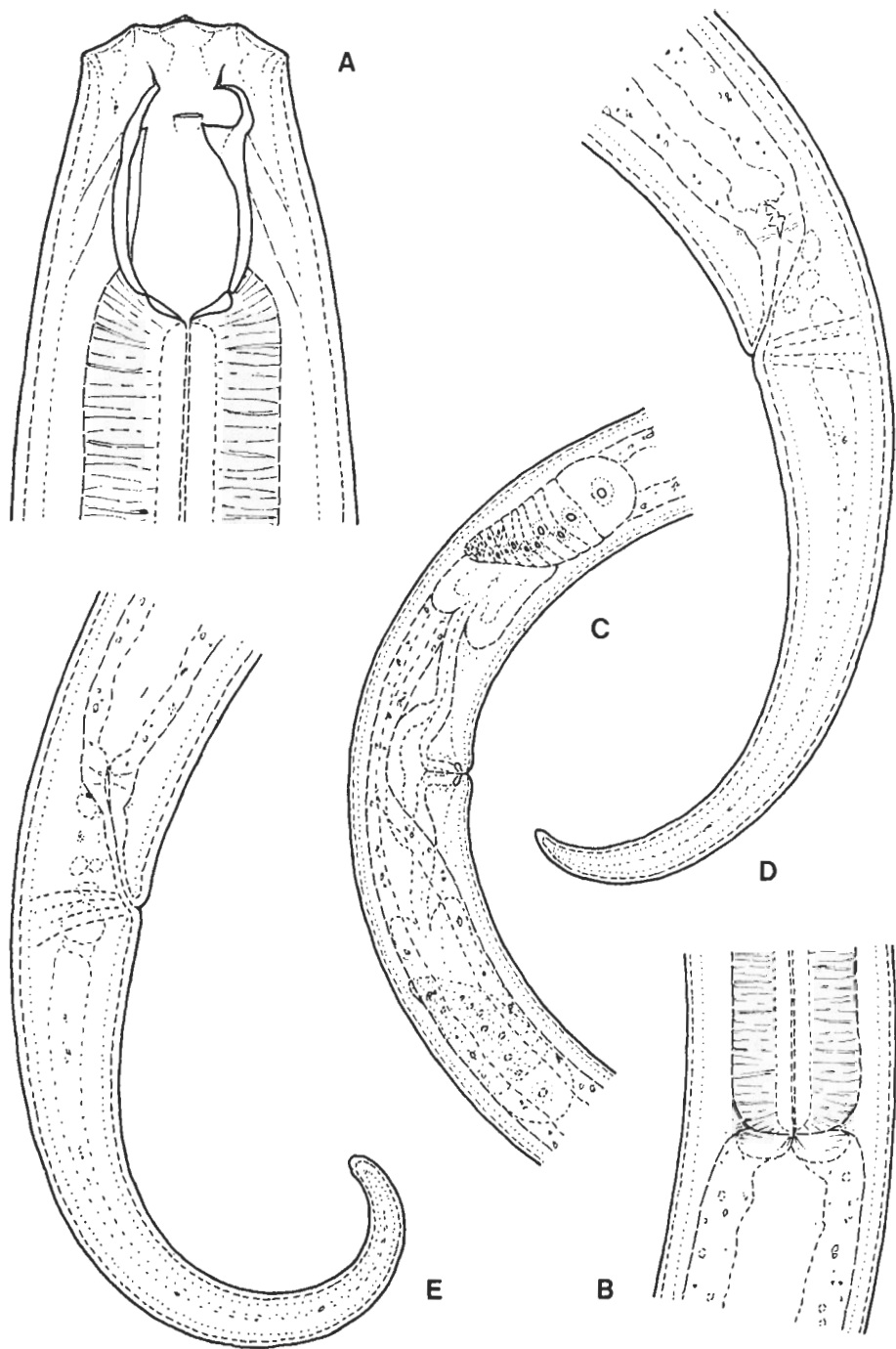
♀: L = 2.0–2.2 mm; a = 31–33; b = 5.2–5.4; c = 8.9–10; V = 45–46%; c' = 5.7–6.0.

A fine species with large body and strikingly long tail. Body 65–67  $\mu\text{m}$  wide. Cuticle smooth, in the mid-body only 1.5–2  $\mu\text{m}$  thick, on the tail thicker, 3  $\mu\text{m}$ . Labial region 26–30  $\mu\text{m}$  wide, not set off, lips rounded. Body at posterior end of oesophagus twice as wide as head. Amphid caliciform, with oval opening, located somewhat anterior to the dorsal tooth, its diameter 1/7 of corresponding body width.

Buccal capsule 28–30  $\mu\text{m}$  long, 1/13–1/14 of entire length of the oesophagus, about as long as cephalic diameter, twice as long as wide. Dorsal tooth strong, with anterior margin slightly directed forward; tooth apex situated in 18–20% of the length of buccal cavity. Ventral ridges opposite the dorsal tooth beginning at level of the latter. Oesophagus 382–404  $\mu\text{m}$  long, 18–19% of the length of body; its posterior end not tuberculate. Rectum nearly equal in length with the anal body diameter. No residues of food could be observed in the animals.

Female genital organ paired; each gonad 3.2–3.5 times as long as body diameter or 9.5–11% of body length, respectively. Anterior gonad situated on

\* Dr. István Andrásy, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Department of Systematic Zoology and Ecology of the Eötvös Loránd University), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.



Figs. 1 A–E. *Clarkus pulcherrimus* n. sp. A: anterior end (1000 $\times$ ); B: cardiac region (400 $\times$ ); C: female genital region (210 $\times$ ); D–E: female tails (400 $\times$ )

the right, posterior gonad on the left side of the intestine. Vulval lips not protruding, vagina  $1/3$  as long as corresponding width of body.

Distance between vulva and anus 3.8–4.6 times as long as tail.

Tail 210–230  $\mu\text{m}$ , 5.7–6 times as long as anal body diameter, 10–11% of body length, ventrally arcuate, uniformly narrowing to its tip. Caudal glands rudimentary, terminal opening absent.

Brief characteristics: Body comparatively long, cuticle thin, lips rounded, apex of dorsal tooth located in anterior fifth of mouth cavity, tail long. Male unknown.

Holotype: ♀ on the slide No. A–9663 in the collection of the author.

Type locality: Australia, Canberra, Uriaria Forest, humus from a *Pinus radiata* plantation, July 1968. Other localities: Australia, Canberra, Blue Range, mosses from a *Pinus radiata* forest, July 1968; Australia, Perth, Northcliffe, soil from a rain forest, July 1968. All samples collected by J. BALOGH and I. LOKSA (Budapest).

This fine and long-bodied *Clarkus* species can be distinguished from every species of the genus by its strikingly long tail and the vulva located before the middle of body length. Comparing it with the longest-tailed species known hitherto, *C. elongatus* JAIRAJPURI & KHAN, 1977, the following differences can be observed: in *elongatus* the tail is 140–180  $\mu\text{m}$  long, 3–4 times longer than anal body diameter,  $c = 15-18$ ,  $V = 60-64\%$ ; in *pulcherrimus* the tail is 210–230  $\mu\text{m}$  long, 6 times anal body diameter,  $c = 9-10$ ,  $V = 45-46\%$ .

Together with *Clarkus pulcherrimus* eight species of the genus have been described. Of them, two occur in Australia: *C. papillatus* (BASTIAN, 1865) JAIRAJPURI, 1970 and the present new species.

*Cobbonchus collaris* n. sp.

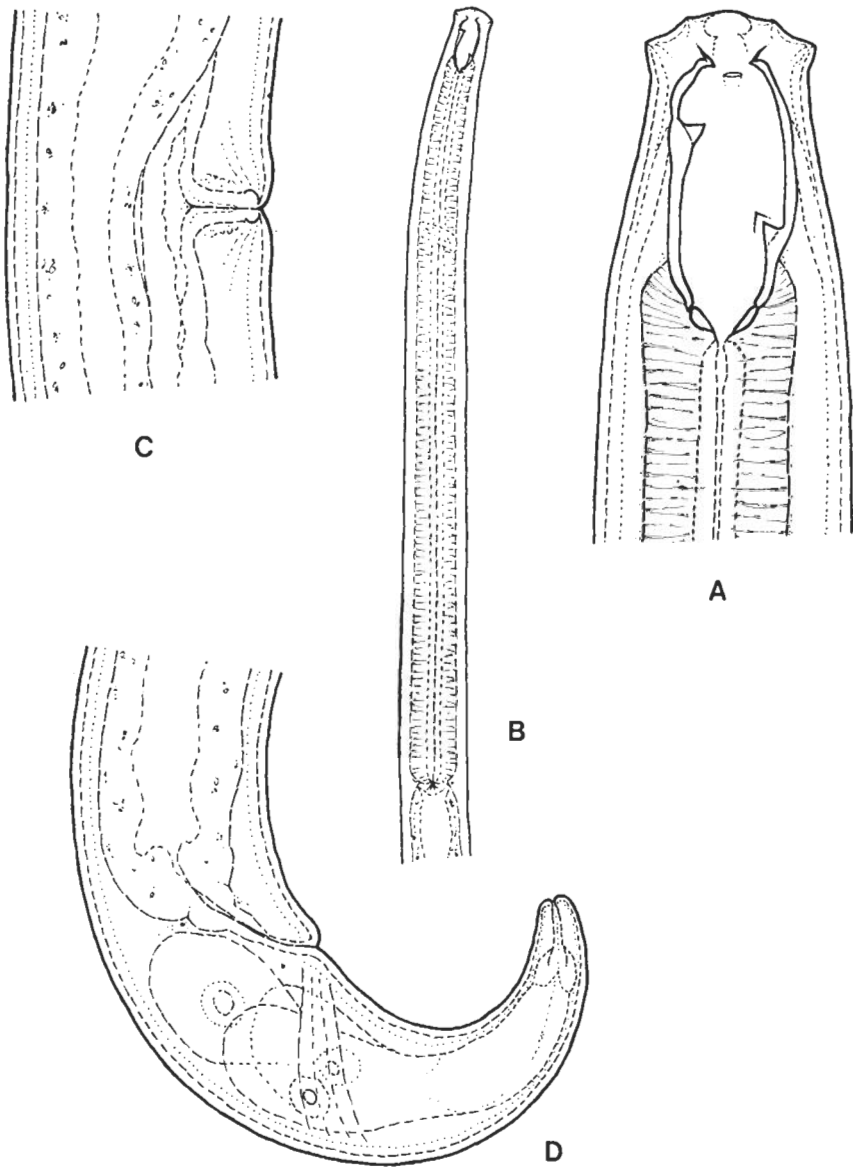
(Fig. 2 A–D)

♀:  $L = 1.60-1.62$  mm;  $a = 42-44$ ;  $b = 3.3-3.4$ ;  $c = 24-25$ ;  $V = 60\%$ ;  $c' = 2.2-2.3$ .

Body slender, 36–38  $\mu\text{m}$  wide in the middle. Cuticle smooth, 1.4–1.5  $\mu\text{m}$  thick. Head not set off, 22–23  $\mu\text{m}$  wide, wider than the adjacent neck region; lips separate, protruding. Amphid oval, only  $1/8$  as wide as corresponding body width, located somewhat posterior to the beginning of mouth cavity.

Buccal cavity  $34 \times 16$   $\mu\text{m}$ , twice as long as wide, 1.5 times longer than cephalic diameter, about  $1/14$  of total length of the oesophagus. Stoma armed with three teeth of nearly equal size. Anterior margin of dorsal tooth at right angle to the body axis, those of subventral teeth oblique. Apex of dorsal tooth in 22%, apexes of subventral teeth in 56–58% of mouth cavity. Oesophagus 470–474  $\mu\text{m}$  long, 29–30% of body length. Oesophago-intestinal junction not tuberculate. Cardia discoidal. Rectum as long as anal body diameter. In the intestine of each specimen one or two small nematodes devoured in toto could be observed.

Female gonads paired; anterior branch 4–4.2 times as long as body diameter or 9% of body length, posterior branch 3–3.2 times as long as body diameter or 7% of body length. Anterior gonad situated on the left, posterior gonad on the right side of the intestine. Vulval lips not protruding, vagina  $1/3$  of corresponding body width. Distance vulva-anus 8.5 times longer than tail.



Figs. 2 A–D: *Cobbonchus collaris* n. sp. A: anterior end (1000 $\times$ ); B: oesophagus; C: vulval region (780 $\times$ ); D: female tail (780 $\times$ )

Tail 66–68  $\mu\text{m}$  long, 2.2–2.3 times anal body diameter, uniformly narrowing to its 5  $\mu\text{m}$  broad terminus, ventrally arcuate. Two of the three caudal glands lying side by side, the third one located before them. Tip of tail cut off somewhat oblique.

Male not known.

Brief characteristics: Body fairly large and slender, buccal cavity long, teeth of equal size, oesophagus very long, anterior gonad longer than posterior one, tail arcuate and uniformly tapering.

Holotype: ♀ on the slide No. A – 9570 in the collection of the author.

Type locality: Brazil, Fazenda Agua Azul near Belém, neuston from a creek, September 1967, leg. J. BALOGH (Budapest).

*Cobbonchus collaris* n. sp. can be distinguished from all the 22 species of the genus known hitherto by its uniformly narrowing, arcuate tail. There is an only species which may be compared with it in this respect, *C. radiatus* (COBB, 1917) ANDRÁSSY, 1958. The comparison cannot be however complete since the single animal described by COBB was an immature female. The measurements of *C. radiatus* are: L = 0.8 mm; a = 35; b = 3.3; c = 20; (V = 74%). Unfortunately, COBB illustrated the anterior end and the tail tip only, the actual shape of the tail has remained unknown. If we still compare *collaris* with the laconic description of *radiatus*, we can state that the new species can be certainly separated by two characters from COBB's animal: 1) the buccal cavity is more oblong and, in comparing with the cephalic diameter, longer; 2) the vulva is situated not so far from body center (60% : 70%). On the basis of these I consider the Brazilian nematode to be a valid species, whilst *C. radiatus* is at the moment a species inquirenda only.

*Margaronchulus adenticulatus* n. sp.

(Fig. 3 A–D)

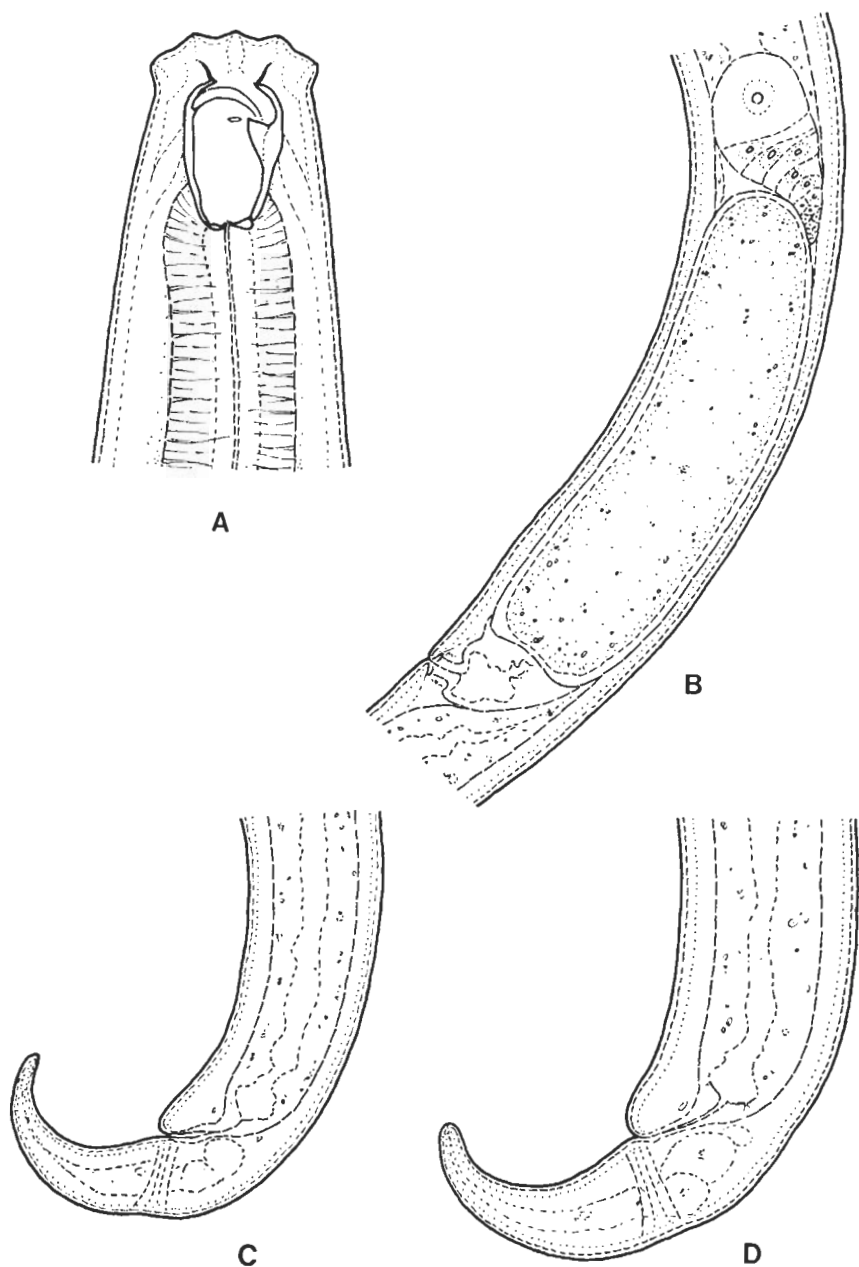
♀: L = 0.73–0.75 mm; a = 26–28; b = 3.6–3.7; c = 22–24; V = 68–69%; c' = 2.3–2.4.

A small species. Cuticle smooth and very thin, 0.5–0.7  $\mu\text{m}$  on mid-body and not thicker on the tail, too. Cephalic region well set off, 17–18  $\mu\text{m}$  wide, lips prominent, with rounded papillae. Body at posterior end of oesophagus 1.4–1.5 times as wide as head. Amphid level with the dorsal tooth.

Buccal cavity 15–16  $\times$  11  $\mu\text{m}$  (21–22  $\mu\text{m}$  long from the anterior end of body), *Mydonchulus*-like in general appearance but comparatively broader in its proximal end. Dorsal tooth large, with apex directed anteriorly and situated in 21–22% of mouth cavity. It is opposed by two transverse, arcuate ribs on each subventral wall which run parallel for the most part but are convergent in their subdorsal ends. These ribs are smooth and continuous, nowhere split into small denticles. Oesophagus 200–205  $\mu\text{m}$  long, distance between posterior end of it and vulva 1.5–1.6 times longer than oesophagus. Oesophago-intestinal region not tuberculate. Rectum as long as anal body diameter.

Vulval lips flat, vagina 1/3 as long as corresponding width of body. Female gonad unpaired, prevulval, 4.5–4.7 times body diameter or 18% of body length. Uterus with a very small posterior sack. Egg large, 94  $\times$  27  $\mu\text{m}$ , 3.3 times as long as body width at the same level. Distance between vulva and anus 5.9–6 times longer than tail.





Figs. 3 A–D. *Margaronchulus adenticulatus* n. sp. A: anterior end (1250 $\times$ ); B: female genital organ (680 $\times$ ); C: tail of a young specimen (1000 $\times$ ); D: female tail (1000 $\times$ )

Tail 32–34  $\mu\text{m}$  long, 2.3–2.4 times anal body diameter, conoid, ventrally curved, with finely rounded tip. Anterior lip of anus swollen; anal diameter of body 18–19  $\mu\text{m}$  on the anterior and 14  $\mu\text{m}$  on the posterior lip. Caudal glands rudimentary, spinneret mostly absent, or, in some specimens, present but weak.

Male unknown.

Brief characteristics: Body moderately long, cuticle very thin, mouth cavity besides the dorsal tooth with two pairs of transversal ribs but without any denticles, female gonad prodelphic, tail conical, short, caudal glands reduced.

Holotype: ♀ on the slide No. A – 10869, in the collection of the author.

Type locality: Congo Republic, Sibiti, humus from a rain forest, December 1963, leg. A. ZICSI (Budapest).

Although this new species has no denticles in the buccal cavity I mean it to be congeneric with *Margaronchulus mulveyi* ANDRÁSSY, 1972. They are in accordance in the following (generic) characters: 1) head set off; 2) mouth cavity of *Mylonchulus* shape but broader proximally; 3) dorsal tooth similarly *Mylonchulus*-like; 4) two transversal ribs on each subventral wall of stoma; 5) gonad prodelphic; 6) caudal glands reduced. Besides, it should be mentioned that both species have been collected in the Congo Republic, in localities situated not far from each other. *Margaronchulus adenticulatus* n. sp. can be distinguished from *M. mulveyi* by the smaller body (0.73–0.75 mm versus 0.93 mm), the continuous, non-denticulate ribs in the buccal cavity, the much shorter and conoid tail (tail in *mulveyi* filiform, 12 times as long as anal body diameter) and the vulva located far back (67–69% versus 57% in *mulveyi*).

The genus *Margaronchulus* ANDRÁSSY, 1972 belongs to the family Mylonchulidae, and seems to have a Central African distribution. It differs from the other genera of the family – *Mylonchulus* (COBB, 1916) ALTHERR, 1953, *Brachonchulus* ANDRÁSSY, 1958, *Polygonchulus* MULVEY & JENSEN, 1967, *Oligonchulus* ANDRÁSSY, 1976, *Paramylonchulus* JAIRAJPURI & KHAN, 1982 and *Megaonchulus* JAIRAJPURI & KHAN, 1982 – by the buccal cavity being relatively broad in its proximal end, the presence of two arched transversal ribs on each subventral wall of the stoma – of which the anterior one may be divided in a row of minute denticles –, and by the monodelphic, anteriorly developed gonad. *Paramylonchulus* shows also a prodelphic gonad but differs from *Margaronchulus* in having numerous denticles in the mouth cavity and well-developed caudal glands.

It shall be noted that quite recently SIDDIQI described a new genus and species, *Nigronchus parvus* SIDDIQI, 1984, from Nigeria. This nematode shows some similarities to both species of *Margaronchulus* – a small body, an anterior female gonad and a weak armature in the buccal cavity – it differs, however, in essential characteristics from them: the mouth cavity has a mononchoid not a mylonchuloid type, the dorsal tooth is weaker, and there are no transversal ribs on the subventral walls of the stoma. On the basis of these features *Nigronchus* seems to belong to the family Mononchidae – not to the family Mylonchulidae.

## REFERENCES

1. ANDRÁSSY, I. (1972): Zwei neue Gattungen von Bodennematoden. — Ann. Univ. Sci. Budapest, 14: 187–192.
2. ANDRÁSSY, I. (1983): The free-living nematode fauna of the Hortobágy National Park. — In: The fauna of the Hortobágy National Park. Budapest: 31–46.
3. COBB, N. A. (1917): The mononchs (*Mononchus* Bastian, 1866). A genus of free-living predatory nematodes. — Soil. Sci., 3: 431–486.
4. COETZEE, V. (1965): South African species of the genus *Cobbonchus* Andrassy, 1958 (Nematoda: Mononchidae). — Nematologica, 11: 281–290.
5. JAIRAJPURI, M. S. & KHAN, W. U. (1977): Studies on Mononchida of India. IX. Further division of the genus *Clarkus* Jairajpuri, 1970 with the proposal of *Coomansus* n. gen. (family Mononchidae Chitwood, 1937) and descriptions of two new species. — Nematologica, 23: 89–96.
6. JAIRAJPURI, M. S. & KHAN, W. U. (1982): Predatory nematodes (Mononchida) with special reference to India. — New Delhi: 1–131.
7. SIDDIQI, M. R. (1984): Four new genera and four new species of mononchs (Nematoda). — Pakistan Journ. Nematol., 2: 1–13.

## Galapagacarus schatzi gen. et sp. n. (Acari: Oribatei)

By

P. BALOGH\*

**Abstract.** A new genus, *Galapagacarus* gen. n. (family Hermannidae) and a new species, *G. schatzi* sp. n. are described from the Galapagos Islands. The new subfamily Galapagacarinae subfam. n. is also proposed.

Mr. SCHATZ (Austria) has sent us for study a valuable oribatid material collected in the Galapagos Islands. The material included some specimens of Hermannioidea showing partly primitive, partly very special characteristics. On the basis of the features it represents a new genus and species whose description is given hereunder.

### *Galapagacarus* gen. n.

Family Hermannidae. Nine pairs of genital setae in 6+3 position. Two pairs of aggenital setae on the exterior margin of genital plates. Epimeral region elongated to the aggenital region. Fourteen pairs of clavate notogastral setae. A broad preanal plate present.

Type-species: *Galapagacarus schatzi* sp. n.

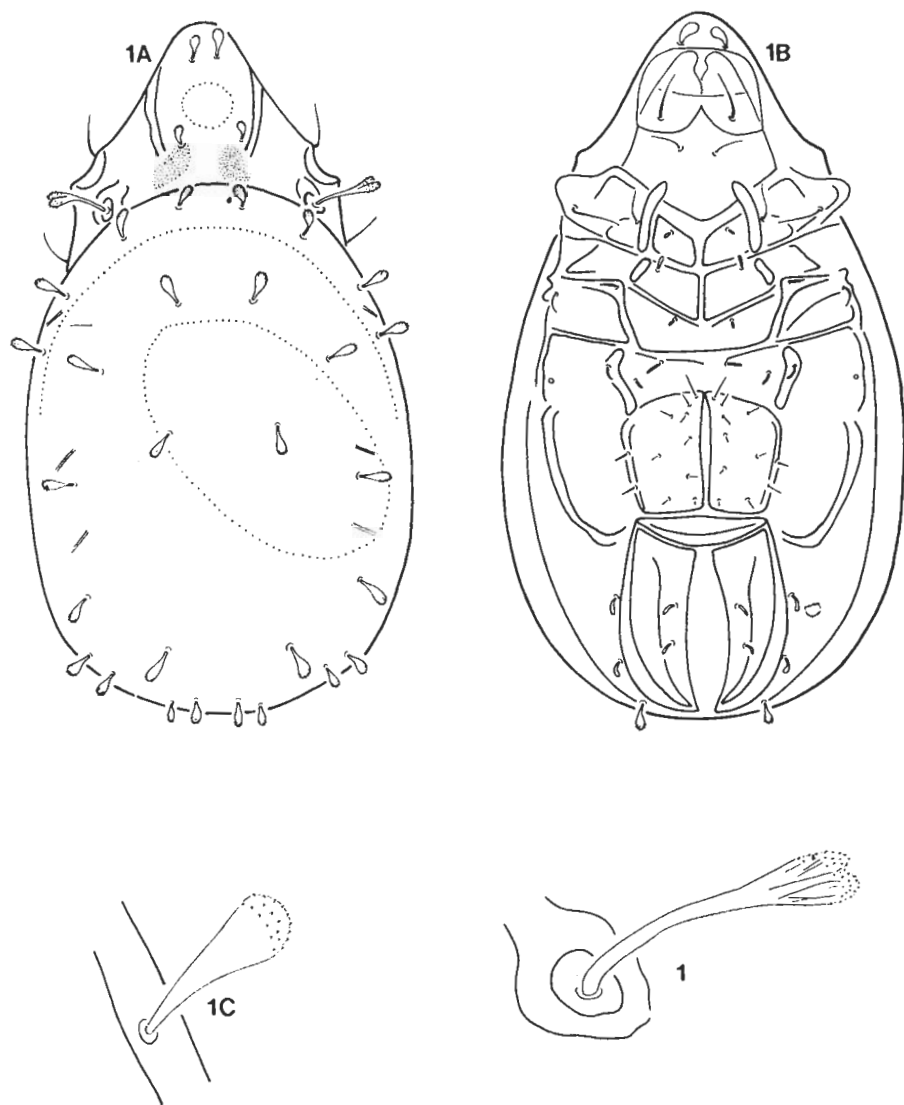
### *Galapagacarus schatzi* sp. n.

(Figs. 1 A–F)

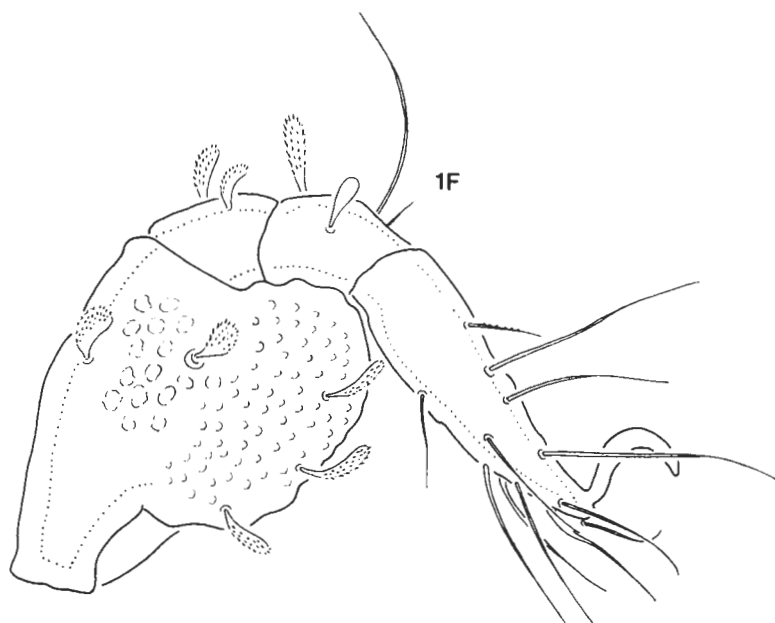
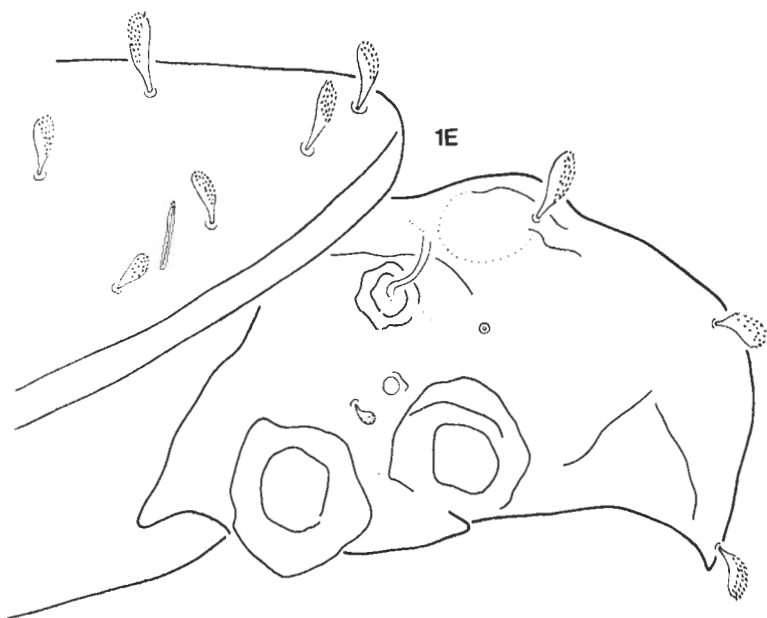
Length: 541–607  $\mu\text{m}$ ; width: 279–328  $\mu\text{m}$ .

Prodorsum: Sensillus short with dilated, fusiform and bipartite head; apically aciculate. Interlamellar, lamellar and rostral setae short, fusiform, clavate, sparsely aciculate; rostral setae originating ventrally, therefore visible only from the ventral side. There is one dark, oblique spot each in the inner part of prodorsum behind interlamellar setae. There is a light, circular lenticulus at the middle of prodorsum between interlamellar and lamellar setae. On the lateral part of prodorsum small, fusiform exostigmatal setae at the height of bothridium

\* Dr. Péter Balogh, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Department of Systematic Zoology and Ecology of the Eötvös Loránd University), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.



Figs. 1 A–D. *Galapagacarus schatzi* gen. n. et sp. n. A: dorsal; B: ventral; C: notogastral seta; D: sensillus.



Figs. 1 E–F. *Galapagacarus schatzi* gen. n. et sp. n. E: lateral view of prodorsum: F: leg 1, axial

and near to this a small, circular area porosa present. Farther ahead, at the height of interlamellar setae each a point might present the insertion of the anterior exobothridial seta.

Legs monodactyle: setation of leg 1 as seen in fig. 1.

Notogaster: 14 pairs of short, clavate apically sparsely aciculated notogastral setae; setae  $f_1$  and  $ps_3$  probably absent. There is one egg inside of the notogaster.

Ventral side: Epimeral setal formula: 3-1-3-4. Epimeres divided transversally by oblique chitinous lats: the laths of epimeres 2 outside of setae a 2, laths of epimeres 3 over setae b 3, laths of epimeres 4 over setae c 4.

Genital plates very large. Nine pairs of short, setiform genital setae in two rows: 6+3. Preanal plate broad. Anal plates each with two short, fusiform anal setae. Out of anal setae there is a longitudinal line each. 3 pairs of fusiform adanal setae.

Remarks: On the basis of above combination of features the new genus also represents a new subfamily: *Galapagacarinae* subfam. n. which may be characterized by the features expounded in the generic diagnosis.

## Some *Phyllhermannia* Berlese, 1917 from New Zealand (Acari: Oribatei)

By

P. BALOGH\*

**Abstract.** Four species of the oribatid genus *Phyllhermannia* Berlese, 1917 found in New Zealand are described. One of them, *P. forsteri* sp. n. is new to science.

In a recent work S. WOAS (1981) gave a critical survey on the family Hermannidae SELLNICK, 1928. He tried to evaluate all the so far described species, but he could fulfil this task as far as the original descriptions allowed. The ventral side of the 4 *Phyllhermannia* species known from New Zealand was inadequately delineated, neither is there a good description, consequently a comparative examination of the epimeral and genito-ventral regions was impossible. However, this work would be very important in the case of *Phyllhermannia phyllophora* (MICHAEL, 1908), since it was nominated as the type-species of the genus *Phyllhermannia* erected by BERLESE.

FORSTER, who has undying merits in the exploration of the Arthropoda fauna of New Zealand, sent us to Hungary a representative BERLESE material with the goal to have an identified collection of oribatid mites of New Zealand. The study of this materials has been undertaken along with the elaboration of oribatids of the Pacific Region. Fortunately enough, three of the so far known 4 species of New Zealand were discovered again: *P. phyllophora*, *P. rubra* and *P. foliata*, only the species *P. mollis* was not found. On the other hand, I found a new species: *P. forsteri* sp. n. Hereunder I give some complementary notes to the three known species and the description of the new species, along with the drawings of the ventral sides.

### *Phyllhermannia phyllophora* (MICHAEL, 1908)

Epimeral setal formula: 3-1-3-5. This same formula is found in the following species: *P. forsteri*, *foliata*, *dentata*, *glabra*, *tuberculata*, *mauriti*, *modesta* and *pacifica*. This combination is the most common one in the group. Among the epimeral setae the distal ones are almost always longer than those in proximal

\* Dr. Péter Balogh, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Department of Systematic Zoology and Ecology of the Eötvös Loránd University), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.



position. The length differences are especially striking in epimeres 4. Here seta 2 very short, 3–5 extremely long and curved. The genital setae, characteristic for the family, arranged in two longitudinal rows: the 5 setae in the inner row much shorter than those 3 setae in the outer row. The genital and anal plates are separated from each other.

The formation of the epimeral region is striking. Apodemata 1 and 2 here too, as in the other species, meet in mid-line, but from the sejugal apodemes the apodemata and the epimeres diverge from one another forming a broad, triangular "sternal plate". The same in *P. rubra* is much less developed. The prodorsum and the notogaster are wholly corresponding to the drawing of HAMMER, though the notogastral setae are comparatively longer.

Material examined: Waipona Forest, 6.1. 1967, R.R. FORSTER, 10 specimens; Slowly Showground, Masterton, 8.3. 1966, C. L. WILTON, 7 specimens; Kereri, ex leafmould, 12.3. 1966, C. L. WILTON, 5 specimens.

#### *Phyllhermannia foliata* HAMMER, 1966

Epimeral setal formula: 3–1–3–5. Seta 4 shorter and originating somewhat forward than do setae 2–5; from among the latter seta 2 is somewhat removed from 3, than setae 3, 4 and 5 from one another. The genital setae are arranged in two rows: the outer 3 setae are scarcely longer than the inner 5 setae, all genital setae setiform. The genital and anal plates are well separated from each other.

Material examined: Slowly Showground, Masterton, 8. 3. 1966, C. L. WILTON, 3 specimens.

#### *Phyllhermannia rubra* HAMMER, 1966

Epimeral setal formula: 3–1–4–4. Species that have 4 setae on epimeres 3 are *P. gladiata* and *P. forsteri*. The sejugal apodeme and the apodemes 3 and 4 are not meeting enclosing a small „sternal plate”, though this is much smaller than the same in *P. phyllophora*. The seta 1 in epimeres 3 is much shorter (1 a) than setae 2–4 and originating far from them. Setae 1 and 2 of epimeres 4 are short, setae 3 and 4 are long, 2 and 3 originating far from each other. The genital and the anal plates are separated from each other.

Material examined: Waipona Forest, 6. 1. 1967, R. R. FORSTER, 2 specimens.

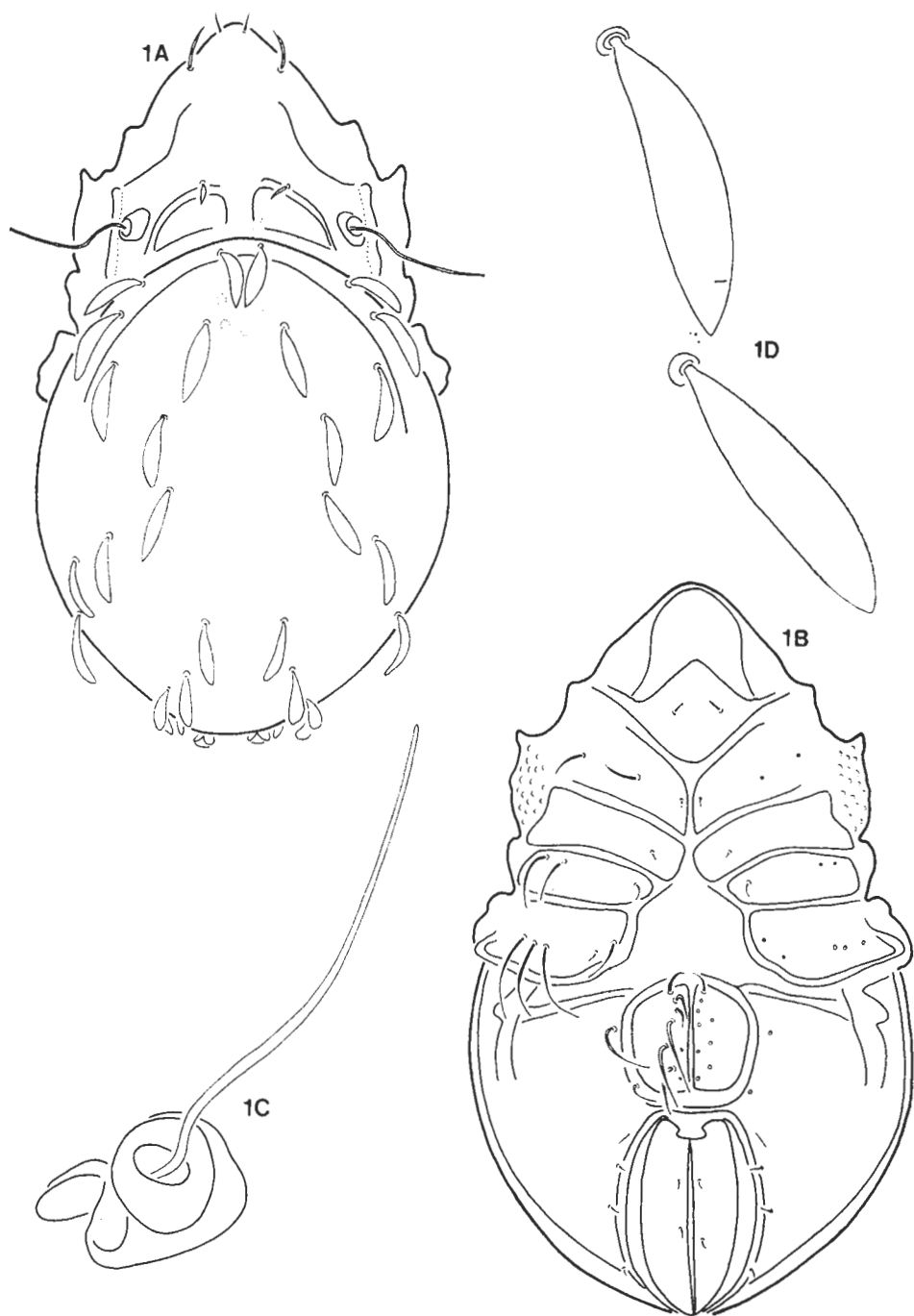
#### *Phyllhermannia forsteri* sp. n.

Length: 791–918  $\mu\text{m}$ ; width: 451–566  $\mu\text{m}$ .

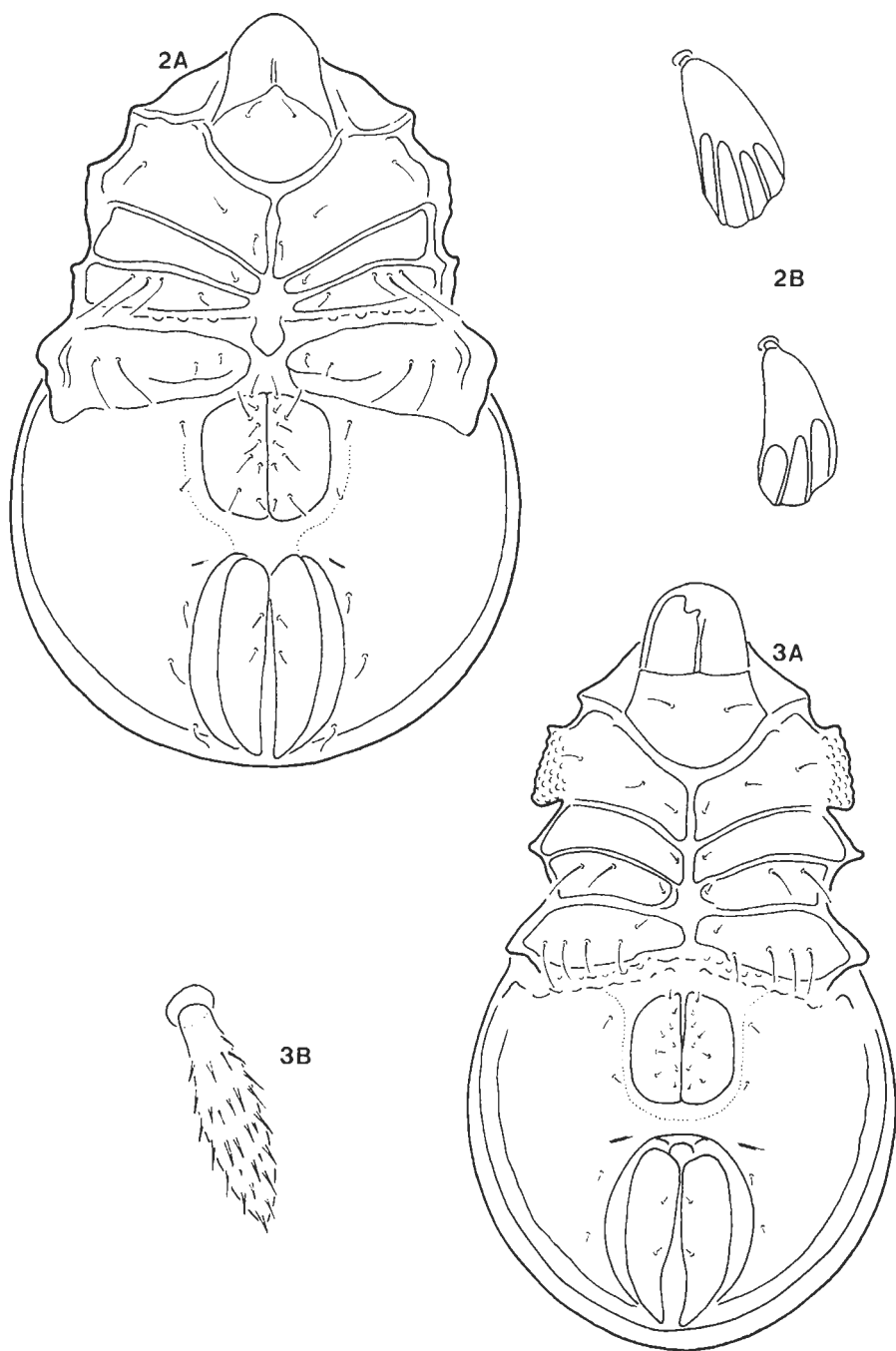
Prodorsum: Sensillus bacilliform, straight, on the apical third sparsely and very finely aciculate. Interlamellar setae short, pointed, blade-like. Lamellar and rostral setae short, setiform, straight. Interlamellar shield semicircular, densely punctulate.

Notogaster: 16 pairs of short, pointed, blade-like notogastral setae. Margins of notogastral setae smooth. There is an arched chitinous crest each at the anterior part of notogaster between the setae c and d.

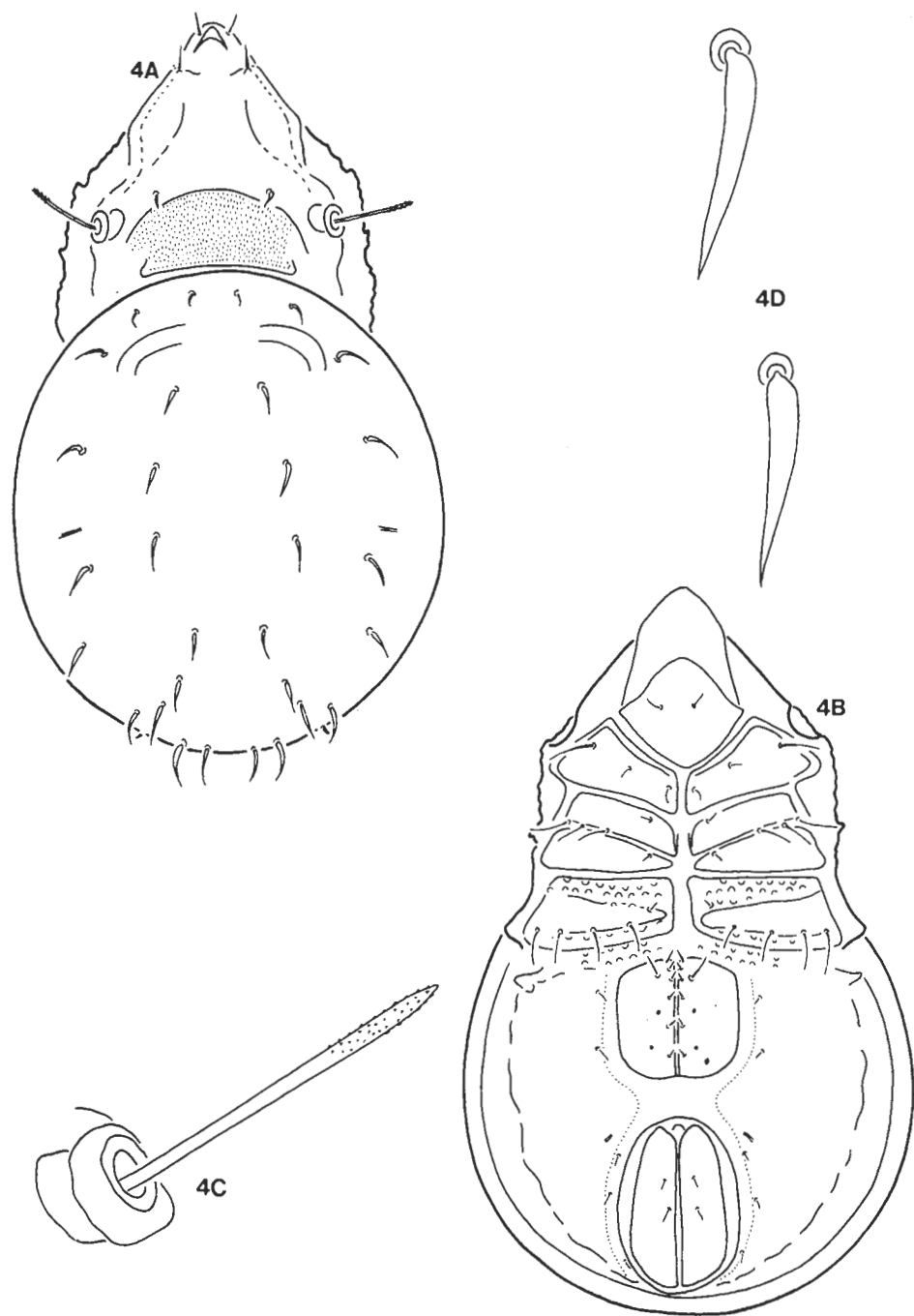
Ventral plate: Epimeral setal formula: 3–1–4–5. Epimeral setae 1 a and 1 b short, 1 c longer. Epimeral setae 3 a short, 3 b, 3 c, 3 d much longer. Distance



Figs. 1 A–D. *Phyllhermannia phyllophora* (MICHAEL, 1908). A: dorsal; B: ventral; C: sensillus; D: notogastral setae dm and dp



Figs. 2 A–B. *Phyllhermannia rubra* HAMMER, 1966. A: ventral; B: notogastral setae dm and dp. –  
 Figs. 3 A–B. *Phyllhermannia foliata* HAMMER, 1966. A: ventral; B: notogastral seta dm



Figs. 4 A–D. *Phyllhermannia forsteri* sp. n. A: dorsal; B: ventral; C: sensillus; D: notogastral setae dm and dp

between setae 3 a and 3 b longer than distance between 3 b and 3 d. Epimeral setae 4 much shorter than 4 b, 4 c, 4 d and 4 e. Anterior and posterior margin of epimeres 4 foveolate. Interior line of 5 genital setae with very short, setiform setae; exterior line of 3 genital setae with longer, but setiform setae. 2 pairs of short, setiform aggenital, 3 pairs of adanal, 2 pairs of anal setae. Pori iad short, oblique. Genital and anal plates widely separated.

Locus typicus: New Zealand, Ross Creek, 29. 1. 1966, J. SUTHERLAND, 1 holotype, 4 paratypes; Slowy Showground, Masterton, 8. 3. 1966, C. L. WILTON, 1 paratype.

#### REFERENCES

1. HAMMER, M. (1966): Investigations on the oribatid fauna of New Zealand. I. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk., 15.
2. MICHAEL, A. D. (1908): Unrecorded Acari from New Zealand. — Linn. Soc. Zool., 30: 34 — 139.
3. WOAS, S. (1981): Zur Taxonomie und Phylogenie der HermannIIDae Sellnick, 1928 (Acari, Oribatei). — Andrias, 1: 7 — 88.

## The Species of the Genus *Xenillus* Robineau-Desvoidy, 1839 in the Neogaea (Acari: Oribatei)

By

P. BALOGH\*

**Abstract.** This paper underlines the presence of the genus *Xenillus* ROBINEAU-DESVOIDY, 1839 in the Neotropical Region. The genus is emended, and a key to the species found in the Neogaea is added.

The species of the oribatid genus *Xenillus* ROBINEAU-DESVOIDY, 1839 until recent times have been known only from the Holarctic Region. Since neither in the rich collection of HAMMER from South America and New Zealand nor in materials collected by AOKI in the Oriental Region a single *Xenillus* species was discovered, it seemed that the genus is Laurasian in origin, restricted to the Holarctic Region. However, after elaborating the material of the Hungarian Soil Zoological Expeditions several *Xenillus* species came forward from the Neotropical Region. What is more, the heretofore known data indicate even a richer fauna of this group in South America than in the Holarctic. Today 28 Neotropical species are known, but since the closing of the manuscript further new species have been discovered. The study of these latter forms is now under course.

The goal of the present contribution is to summarize briefly the differential diagnosis of the so far described species. A similar critical revision and summary would be very useful in Europe too, especially the highly interesting *Xenillus* species of Europe. Again the same applies for the southern areas of the United States of America. The oribatid mites can be divided similarly to other Arthropoda groups into two groups of distribution. There are species which have very wide area of distribution, and within this they are so unified that species found in far removed areas or in different continents, or zoogeographical regions show no significant morphological differences. Such a species is e. g. *Malacoangelia remigera* BERLESE, 1913 and also the most ancient types of primitive oribatids: the monotypical species. In some genera having many species, the species is spread over a small area only, they can well be characterized by simple combination of features. Such a group is the *Xenillus*. The transitional forms between

\* Dr. Péter Balogh, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Department of Systematic Zoology and Ecology of the Eötvös Loránd University), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

the two types represent such taxa whose species are highly variable, and what is more, even with a good set of features cannot be sufficiently described. Such is the *Eremulus* BERLESE, 1908, or the genus *Tectocephus* BERLESE, 1913, or that complex that is referred to as *Berlesezeles auxiliaris* (GRANDJEAN, 1936), or the *Oppiella nova* (OUDEMANS, 1902), or the *Quadroppia quadricarinata* (MICHAEL, 1885). Only the future examinations may reveal whether these species are real or not, since most of them are based on quantitative differences generally. On the other hand, the *Xenillus* species found in the Neotropical Region may well be characterized both by quantitative and qualitative features alike, and what is more, they can well be separated even on zoogeographical basis.

While describing the species and compiling the keys I used the following features:

1. The type of sensillus: *a*) clavate with short stalk and capitate head, *b*) with long, thin stalk and abruptly dilated, disciform or paddle-like end, *c*) with long, thin stalk and very slightly dilated, sparsely ciliated or aciculated, pointed end, *d*) long, either setiform or in the distal third very slightly fusiform, completely smooth, *e*) lanceolate, densely aciculated or spinulated; 2. intercuspidal triangle (present or absent); 3. length of interlamellar setae; 4. form and truncature of cuspides; 5. sculpture of interlamellar area; 6. notogastral homotrichy or heterotrichy; 7. length and ratio of sensillus, setae  $c_1$  and  $c_2$ ; 8. type of notogastral sculpture: *a*) smooth, *b*) punctulate, *c*) circular foveolate, *d*) oval foveolate, *e*) longitudinal slits.

A short diagnosis of the genus *Xenillus* ROBINEAU – DESVOIDY, 1839 is as follows: 5 pairs of genital setae; 11 pairs of notogastral setae; setae  $c_1$  and  $c_2$  present; tutorium present; 2 incisions on rostrum; intercuspidal triangle mostly present; experimental setal formula: 3 – 1 – 3 – 3; 1 pair of aggenital, 2 pairs of anal, 3 pairs of adanal setae present (aggenital setae may be absent?); nymphs aphroderm, quadrideficient (?).

Type-species: *Xenillus clypeator* ROBINEAU – DESVOIDY, 1839.

If we accept this definition of the genus *Xenillus* then we should consider the genus *Dinoxenillus* PÉREZ – INIGO & BAGGIO, 1980 a synonym. However, it seems quite probable that after a thorough study of the European and North American xenillids the genus should be split into several subgroups. It would be especially important to redescribe and revise the status of the genera *Leuroxenillus* WOOLLEY & HIGGINS, 1966, *Stenoxenillus* WOOLLEY & HIGGINS, 1966 and *Stonyxenillus* WOOLLEY & HIGGINS, 1966. According to GRANDJEAN (1954: 435) and BALOGH (1972: 66, footnote) several characteristics of the genera *Xenillus* and *Liacarus* (s. lato) are identical, consequently, the family of Xenillidae cannot be maintained. The South American *Liacarus* species differ from those of *Xenillus* only in one essential feature: the number of genital setae ( $G = 6$ ). However, my present investigations are sufficient only to draw the attention of specialists to these problems.

#### *Identification key to the species of Xenillus found in the Neogaea*

- 1 (10) Sensillus short, clavate with short stalk and fusiform or capitate head.
- 2 (3) Sensillus with smooth head: interlamellar setae and all notogastral setae smooth, setiform; lamellar cuspides in the basal half coalescent; intercuspidal triangle absent. — Length: 959 – 1160  $\mu\text{m}$ , width: 652 –

— 816  $\mu\text{m}$ . Locus typicus. Argentina, Córdoba, Sierra del Córdoba. Habitat: dry litter under shrubs:

**argentinensis** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

- 3 (2) Sensillus with aciculate or granulate head; interlamellar setae and all notogastral setae ciliate; lamellar cuspides in the basal half not coalescent.
- 4 (7) Lamellar cuspides long, as long as interlamellar area; inner margin of cuspides slightly concave; intercuspidal triangle absent.
- 5 (6) Interlamellar area with a longitudinal, bacilliform appendage; the end of cuspis with an arched, shallow incision; sensillus twice longer than setae  $c_1$ ;  $c_1$  longer than  $c_2$ . — Length 582–606  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Paraguay, Puerto Presidente Stroessner, Acaray waterfall. Habitat: wet litter about 50 m above waterfall:

**variabilis** BALOGH & MAHUNKA, 1981

- 6 (5) Interlamellar area without longitudinal, bacilliform appendage; the end of cuspis with semicircular, deep incision; setae  $c_2$  thrice longer than sensillus;  $c_1$  shorter than  $c_2$ . Length: 960–984  $\mu\text{m}$ ; width: 623–656  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasilia, São Paulo, near Santos. Habitat: very wet and thick leaf litter in a secondary forest:

**forceps** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

- 7 (4) Lamellar cuspides short: much shorter than interlamellar area; inner margin of cuspides slightly convex or parallel; intercuspidal triangle present.
- 8 (9) Lamellar setae originate on the surface of cuspis, near to anterior margin of lamellae; notogastral setae fusiform and densely spathulate; ciliate: setae  $c_1$  and  $c_2$  shorter than sensillus; notogaster with larger and smaller circular foveolae. — Length: 730  $\mu\text{m}$ ; width: 476  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasilia, Maranhao, Fazenda Agua Azul, Serra do Gurupi, NW from Imperatriz. Habitat: tropical rain forest, leaf litter:

**fazendae** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

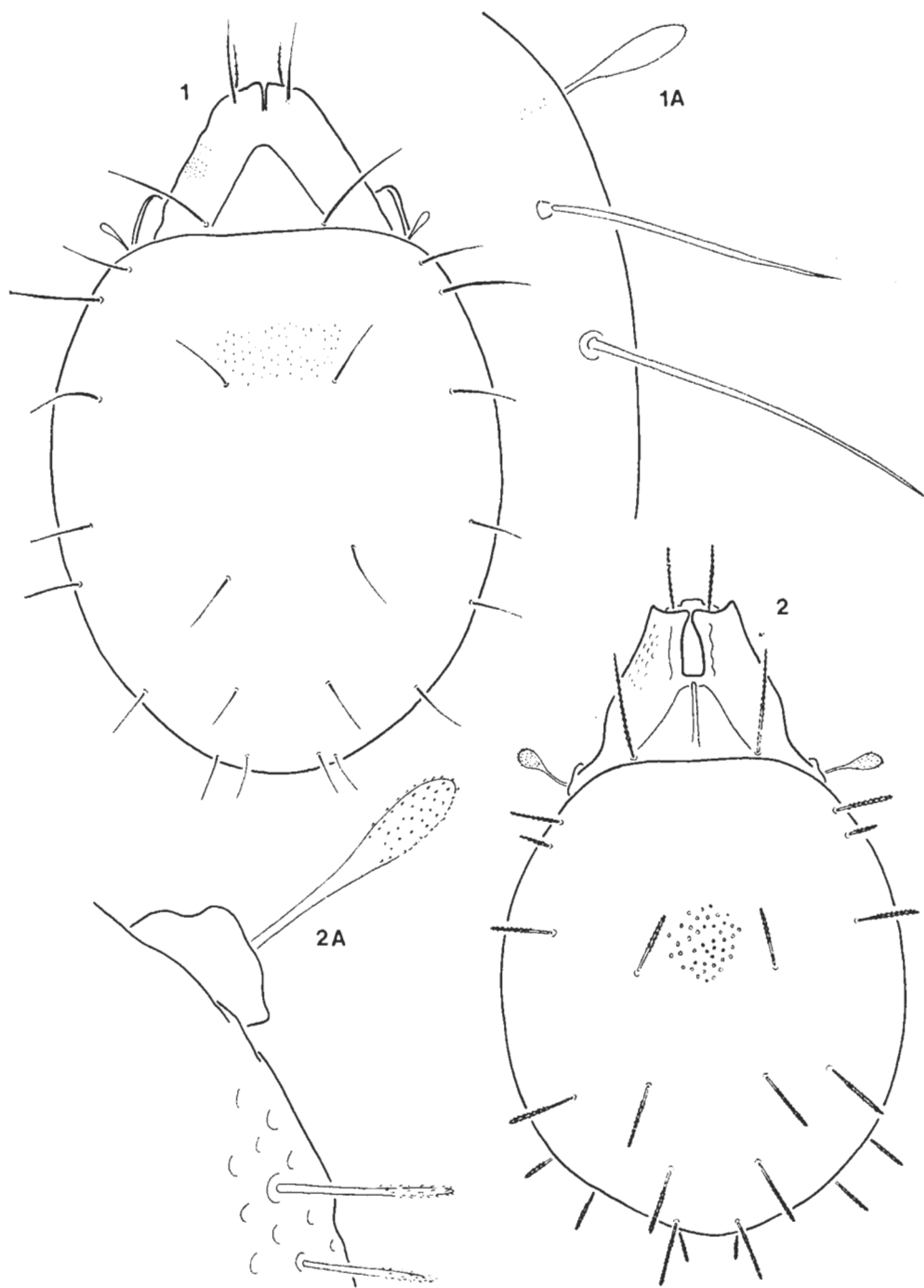
- 9 (8) Lamellar setae originate on the apical truncature of cuspis: prodorsal and notogastral setae densely ciliate but not fusiform; setae  $c_1$  longer than sensillus; notogaster with somewhat elongate, scattered foveolae. — Length: 451–576  $\mu\text{m}$ ; width 287–397  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasilia, Estado São Paulo, Cabreuva. Habitat: secondary forest, humus:

**capitatus** BALOGH & MAHUNKA, 1977

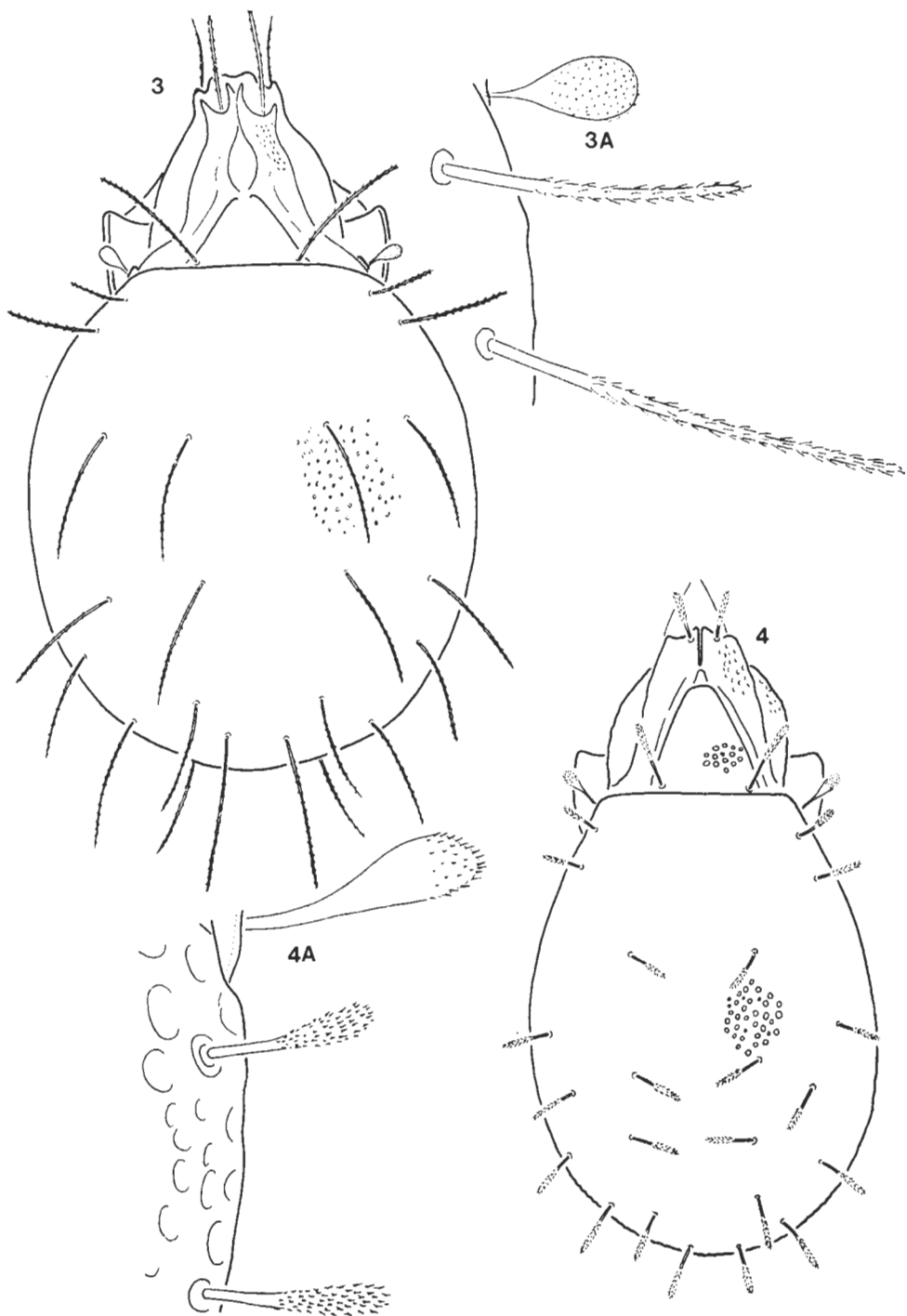
- 10 (1) Sensillus never short, with short stalk and fusiform or capitate head.
- 11 (26) Sensillus with long, thin stalk and mostly abruptly dilatated, with a disciform or paddle-shaped end.
- 12 (13) Notogastral setae extremely short and fine, discernible only in marginal position; especially setae  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ . Notogaster and ventral side foveolate. — Length: 545–599  $\mu\text{m}$ ; width: 381–410  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasilia, Rio de Janeiro, Botanical Garden. Habitat: primary rain forest on sandy soil, litter:

**subnudus** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

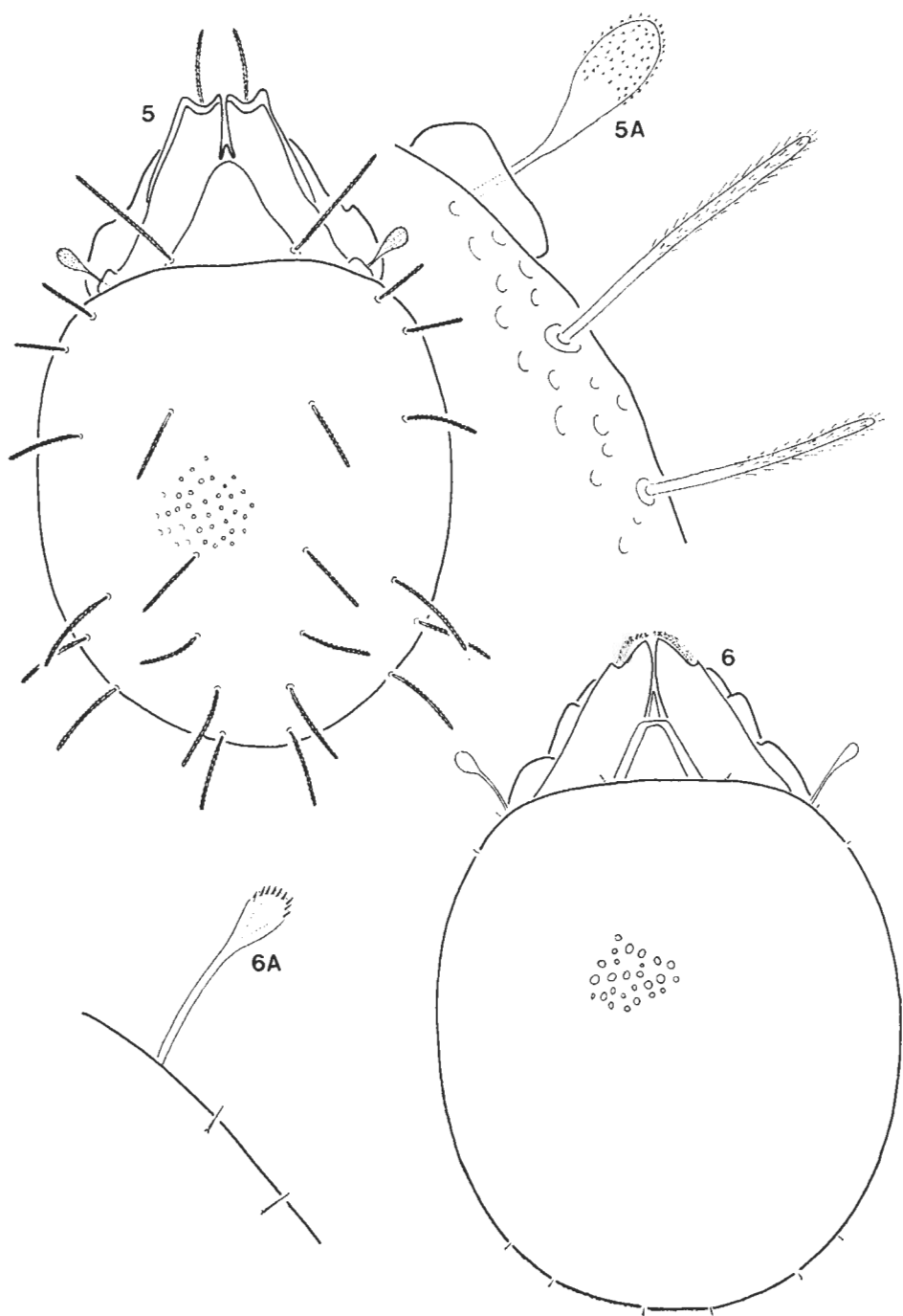




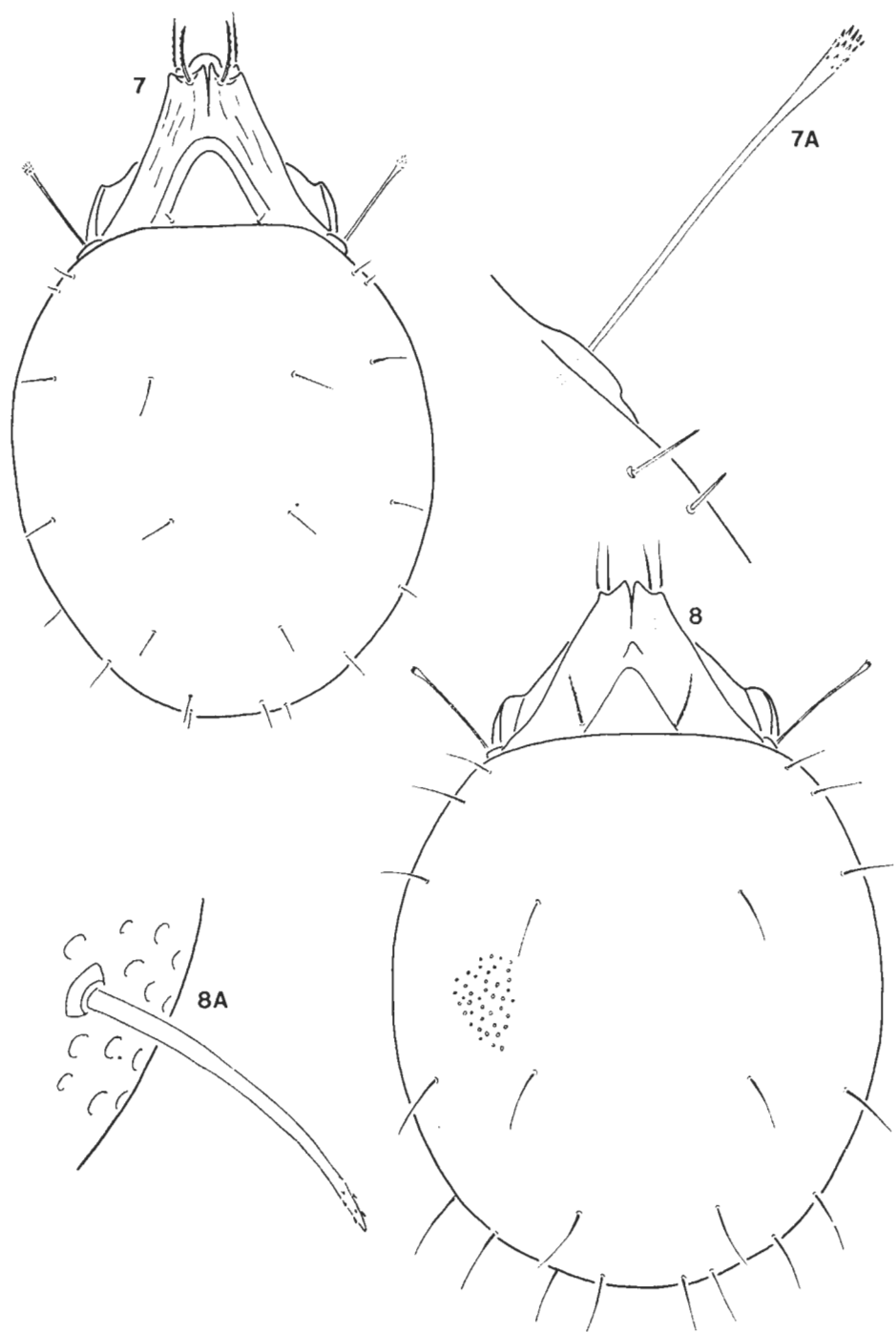
Figs. 1-2. 1: *Xenillus argentinensis* J. BAL. & P. BAL., 1985 - 2: *X. variabilis* J. BAL. & MAH., 1981



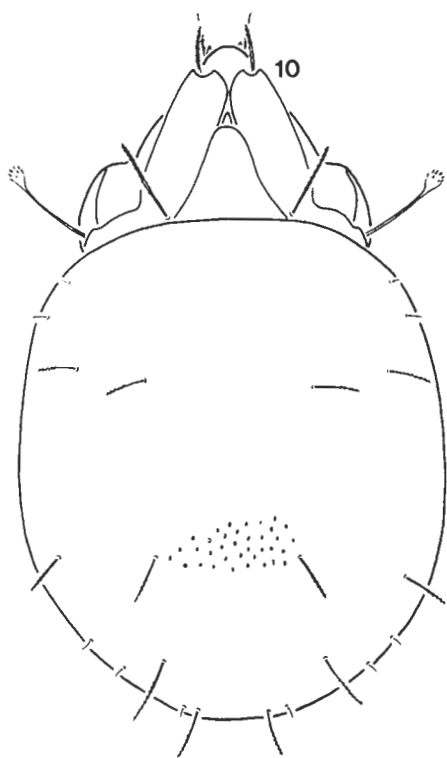
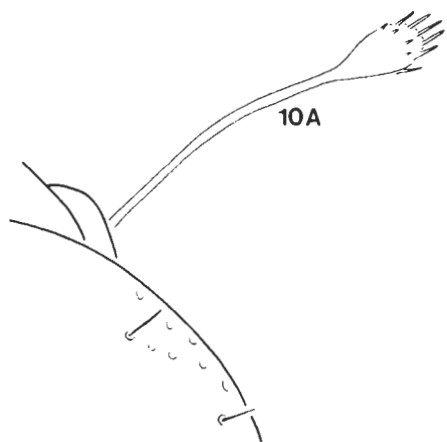
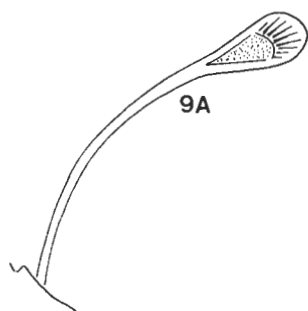
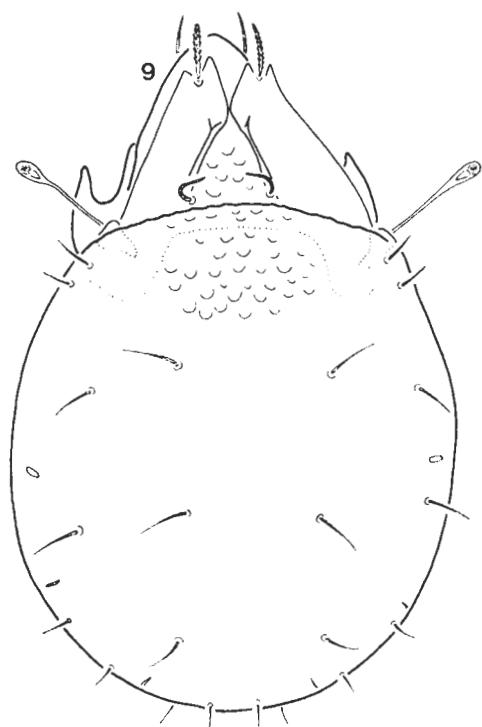
Figs. 3-4. 3: *Xenillus forceps* J. BAL. & P. BAL., 1984 - 4: *X. fazendae* J. BAL. & P. BAL., 1985



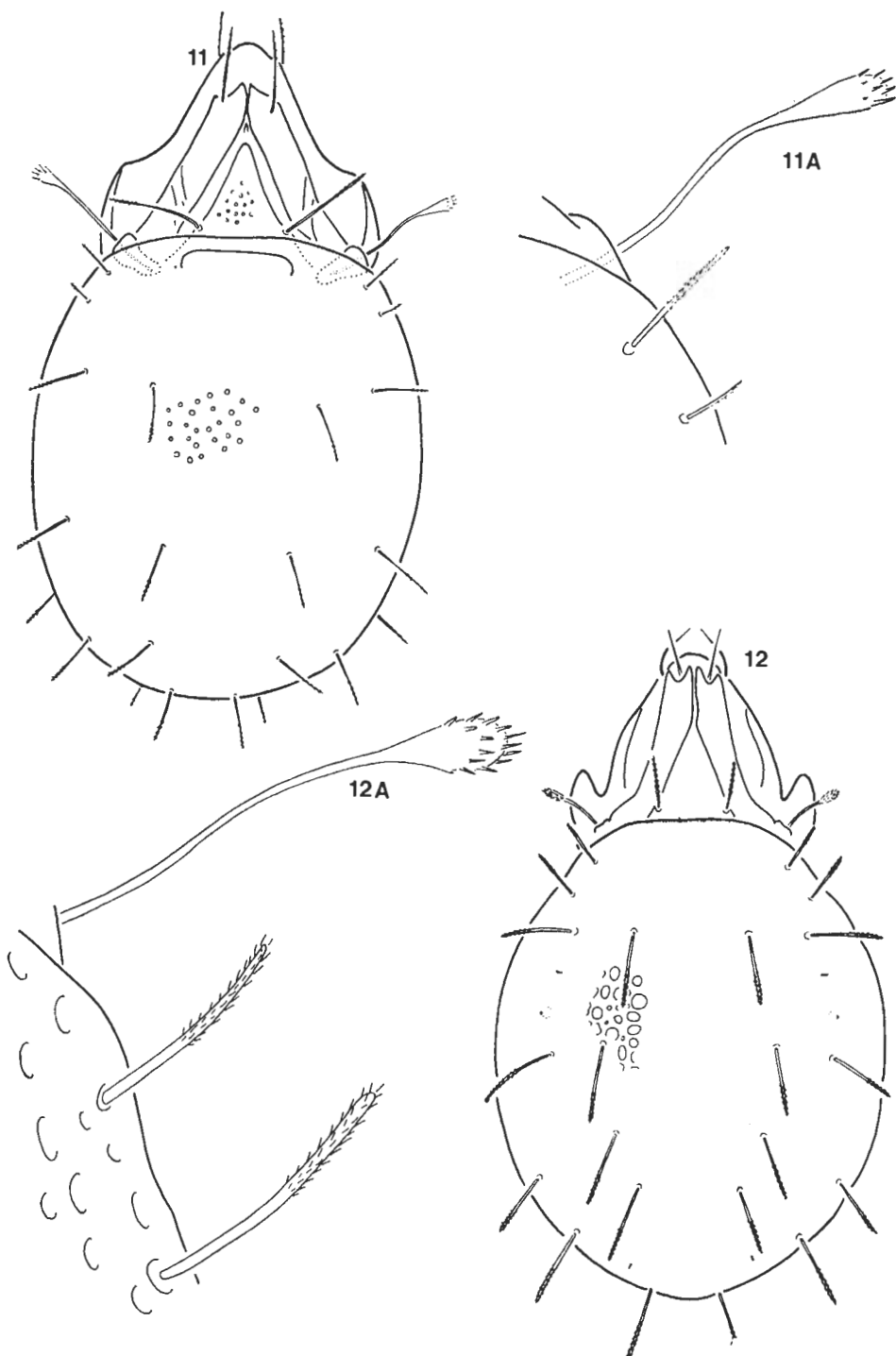
Figs. 5--6.5: *Xenillus capitatus* J. BAL. & MAH., 1977 -- 6: *X. subnudus* J. BAL. & P. BAL., 1985



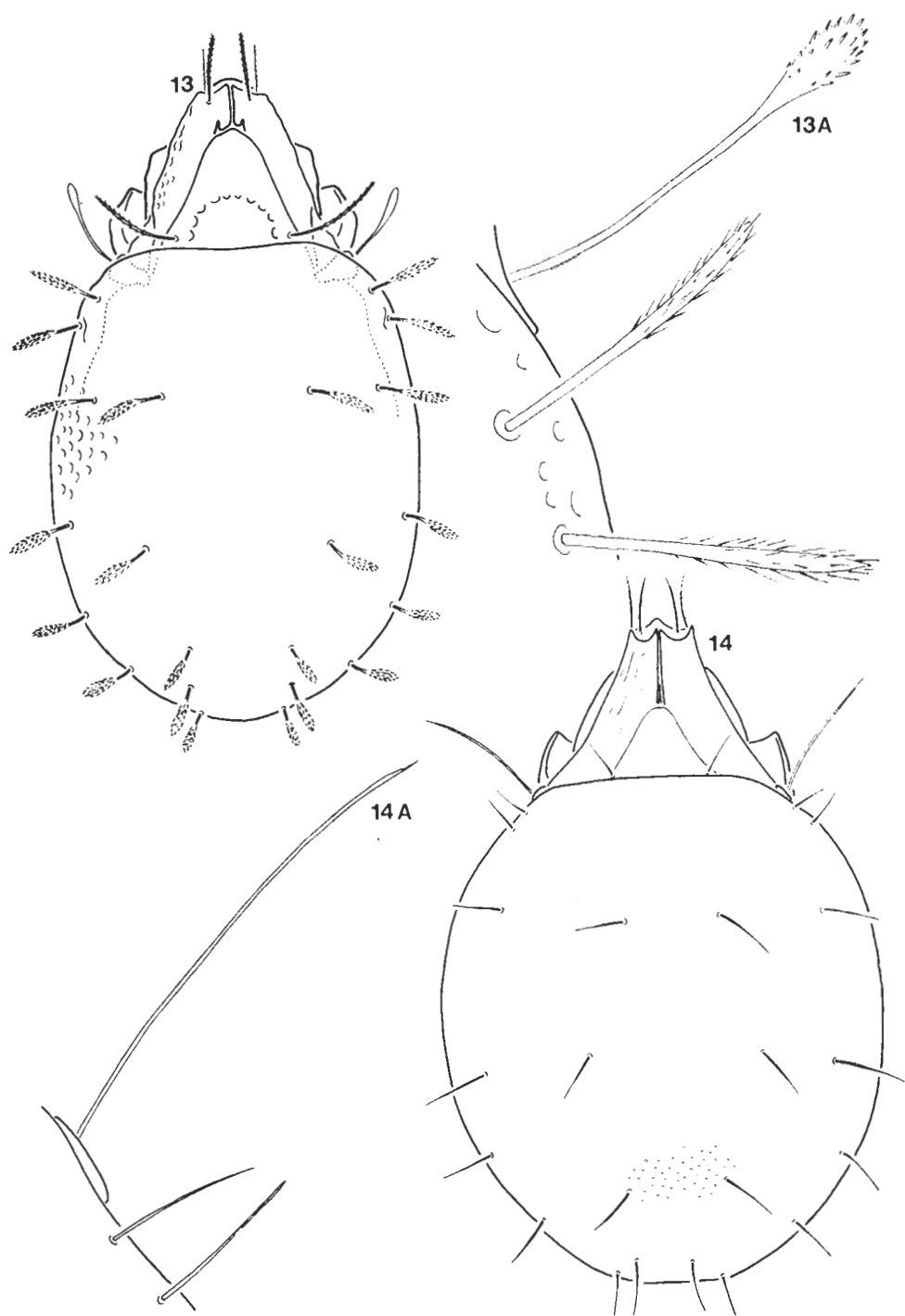
Figs. 7-8. 7: *Xenillus peruensis* J. BAL. & P. BAL., 1985 - 8: *X. columbianus* P. BAL., 1985



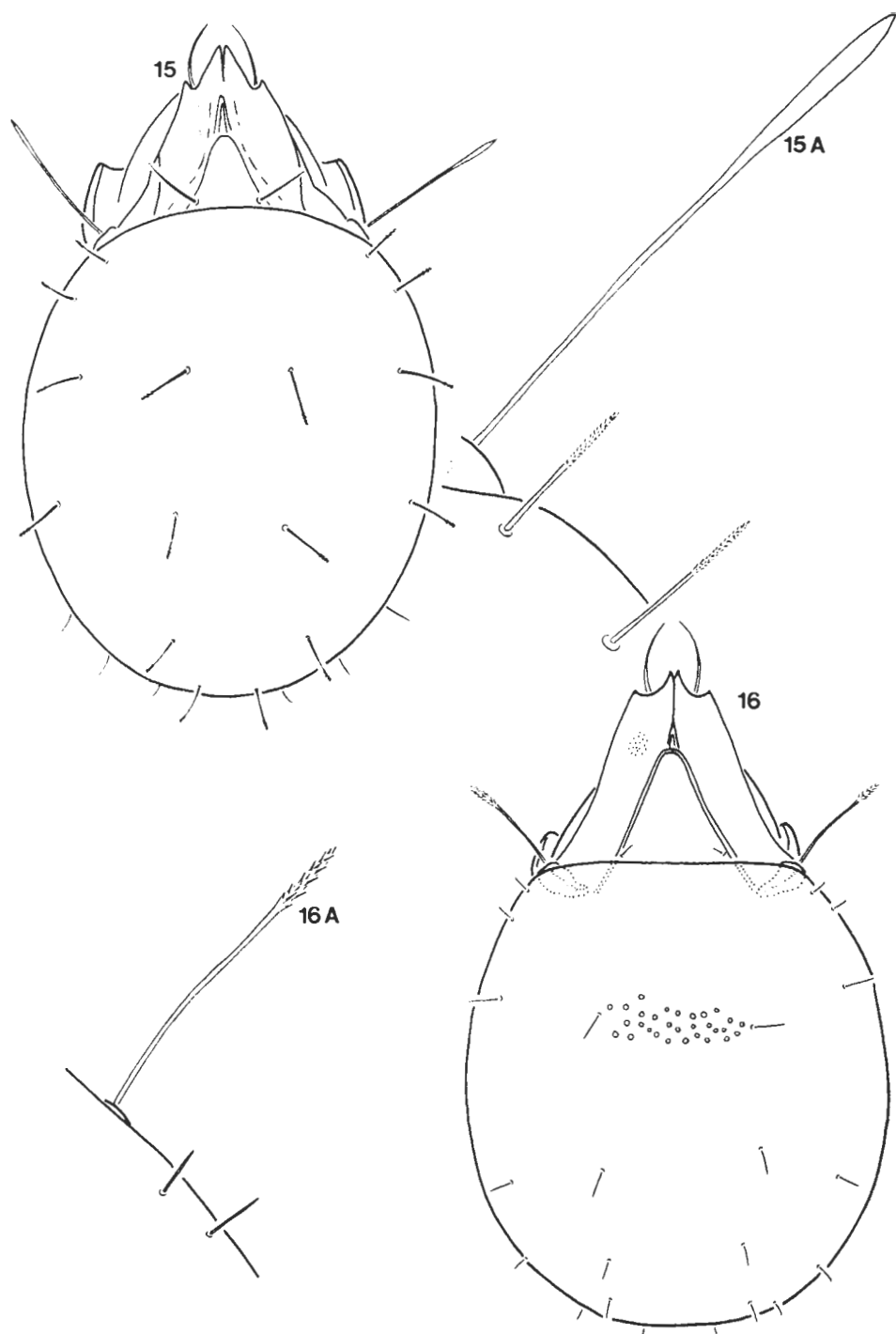
Figs. 9–10. 9: *Xenillus butantanensis* PÉR. – INIGO & BAGG., 1980 – 10: *X. hammerae* J. BAL. & P. BAL., 1985



Figs. 11 – 12. 11: *Xenillus rohri* J. BAL. & P. BAL., 1985 – 12: *X. brasiliensis* J. BAL. & MAH., 1969



Figs. 13–14. 13: *Xenillus lawrencei* J. BAL. & MAH., 1968 – 14: *X. setiger* J. BAL. & P. BAL., 1985



Figs. 15 – 16. 15: *Xenillus bolivianus* J. BAL.&P. BAL., 1985 – 16: *X. amazonicus* J. BAL.&P. BAL. 1985



- 13 (12) Notogastral setae at least partly well discernible, of medium length or long.
- 14 (19) All notogastral setae smooth, setiform, without cilia.
- 15 (16) Interlamellar setae extremely short; basal half of cuspides coalesced. Notogaster not foveolated, smooth. — Length: 599–738  $\mu\text{m}$ ; width: 390–435  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Peru, transect between Lima and Pucallpa, near Tingo Maria, 353 km from Pucallpa. Habitat: moss forest, steep slope, soil moss:  
**peruensis** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985
- 16 (15) Interlamellar setae medium long; basal half of cuspides either with an intercruspidal triangle connected, or separated; notogaster foveolated.
- 17 (18) The paddle-shaped end of sensillus apically with some spines; intercruspidal triangle present; interlamellar area without foveolae; notogaster with scattered, smaller and larger foveolae. — Length: 631  $\mu\text{m}$ ; width: 426  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Columbia.  
**columbianus** P. BALOGH, 1985
- 18 (17) The paddle-shaped sensillus apically without spines; intercruspidal triangle absent; interlamellar area with foveolae; notogaster with relatively dense, larger foveolae. — Length: 432–480  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: São Paulo, Cidade Universitária „Aramando de Salles Oliveira”, Bosque da Biologia. Habitat: tropical rain forest, humus and litter:  
**butantanensis** PÉREZ–INIGO & BAGGIO, 1980
- 19 (14) All or most of notogastral setae ciliate.
- 20 (21) Notogastral heterotrichy: 5 pairs of notogastral setae ( $c_1$ ,  $c_2$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ ) extremely short and smooth; 6 pairs ( $te$ ,  $ti$ ,  $ms$ ,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ ) much longer and on the apical half ciliate; notogastral foveolae scattered, longitudinally somewhat oblong. — Length: 554–656  $\mu\text{m}$ ; width: 3030–353  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasília, São Paulo, near Santos. Habitat: secondary rain forest: thick, luxuriant moss on the soil:  
**hammerae** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985
- 21 (20) Notogastral heterotrichy absent: all notogastral setae at least on the apical half ciliate (setae  $c_1$ ,  $c_2$ , and  $p_1$  exceptionally shorter, but apically always ciliate!).
- 22 (23) Setae  $c_1$  and  $c_2$  much shorter than remaining notogastral setae: sensillus more than twice longer than  $c_1$ ; notogastral setae sparsely ciliate. — Length: 439–570  $\mu\text{m}$ ; width: 258–336  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasília, Rio de Janeiro, Botanical Garden. Habitat: primary rain forest on sandy soil, litter:  
**rohri** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985
- 23 (22) Setae  $c_1$  and  $c_2$  only a little shorter than remaining notogastral setae: sensillus only twice or less than twice longer than  $c_1$ ; notogastral setae densely ciliate.
- 24 (25) Setae  $c_1$  as long as half length of sensillus; anterior margin of cuspides with a deep, arcuated incision; inner and outer tip of cuspis acuminate. — Length: 663–877  $\mu\text{m}$ ; width: 408–632  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasília, Manaus. Habitat: primary rain forest, litter:  
**brasilianus** BALOGH & MAHUNKA, 1969

25 (24) Setae  $c_1$  longer than half length of sensillus; anterior margin of cuspides with shallow incision; outer tip of cuspis with low, obtuse tip. — Length: 625–666  $\mu\text{m}$ ; width: 285–377  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Argentina, Córdoba, Sierra de Córdoba, Fanti. Habitat: shrubby area, litter:

**lawrencei** BALOGH & MAHUNKA, 1968

26 (11) Sensillus never with long, setiform stalk and abruptly dilated, with a disciform or paddle-shaped end.

27 (30) Sensillus long, completely smooth; either setiform or in distal third very slightly fusiform; intercuspidal triangle extremely long, spiniform.

28 (29) Sensillus quite setiform, cuspides apically with a semicircular incision: inner tip as long as outer tip; all notogastral setae medium long, smooth, rigid; setae  $c_1$  and  $c_2$  about twice longer than distance between their alveoli, convergent; notogaster punctulate. — Length: 935  $\mu\text{m}$ ; width: 615  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Peru, transect between Lima and Pucallpa, near Tingo Maria, 353 km from Pucallpa. Habitat: moss forest, humus and roots of a farn-tree:

**setiger** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

29 (28) Sensillus in apical third very slightly dilated; cuspides obliquely truncate: inner tip much longer than outer tip; setae  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  little shorter than remaining notogastral setae; apically sparsely ciliate; setae  $c_1$  and  $c_2$  about as long as distance between their alveoli, parallel; notogaster smooth. — Length: 625  $\mu\text{m}$ ; width: 336  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Bolivia, Alto Beni, 580 m. Habitat: tropical rain forest, litter:

**bolivianus** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

30 (27) Sensillus never completely smooth. setiform or in distal third with a slightly fusiform end; intercuspidal triangle never extremely long, spiniform.

31 (50) Sensillus with long, thin stalk and very slightly dilated, sparsely ciliated or aciculated, pointed end.

32 (35) All notogastral setae smooth, setiform, without cilia.

33 (34) Setae  $c_1$  as long as setae  $c_2$ ; interlamellar setae short; lamellae finely punctulate; notogaster foveolate. — Length: 574–771  $\mu\text{m}$ ; width: 381–500  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasilia, Marnhao, Fazenda Agua Azul, Serra do Gurupi, NW from Imperatriz. Habitat: tropical rain forest, litter:

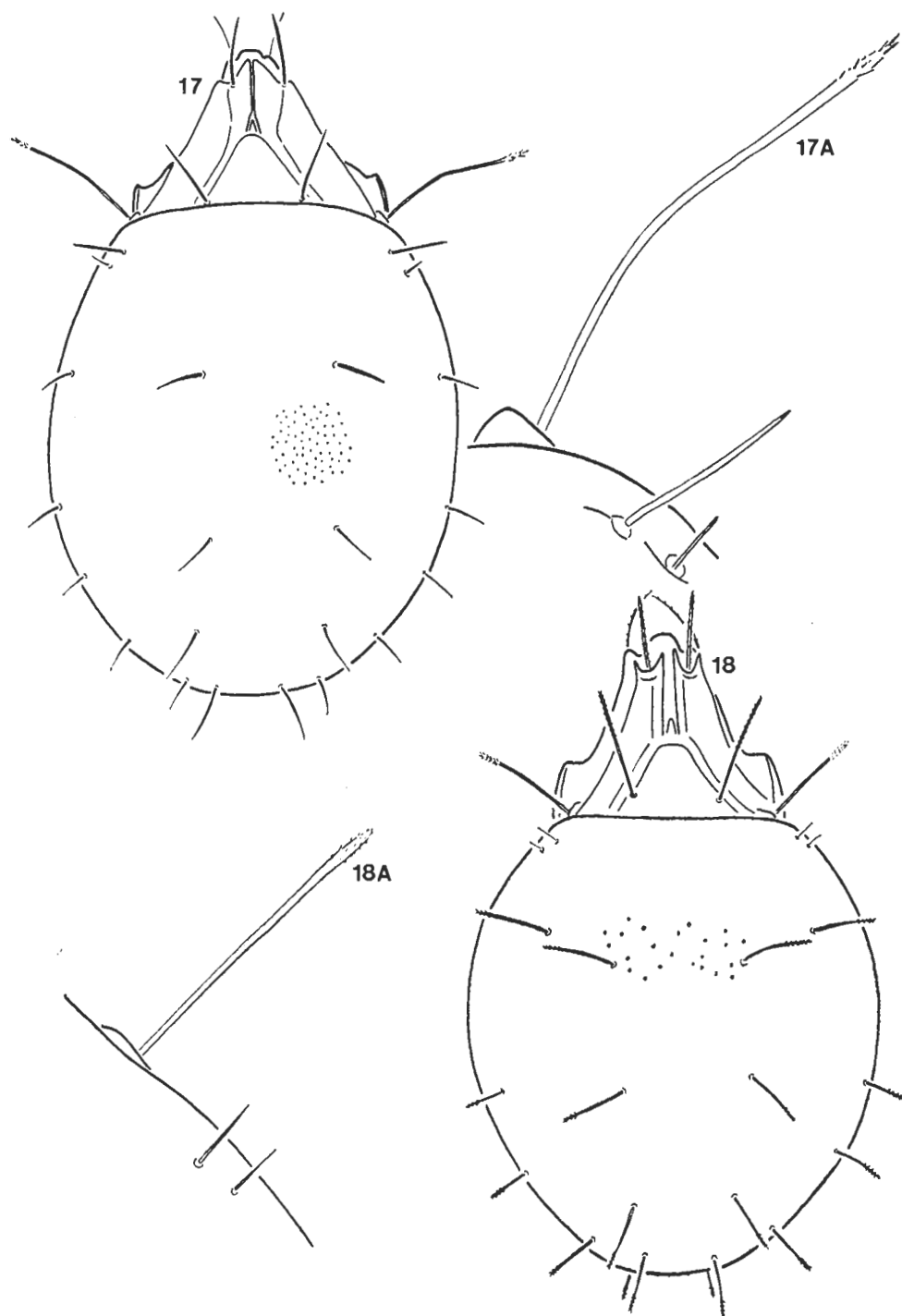
**amazonicus** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

34 (33) Setae  $c_1$  about thrice longer than setae  $c_1$ ; interlamellar setae long; lamellae not punctulate. Notogaster with scattered punctulation. — Length: 750  $\mu\text{m}$ ; width: 492  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Bolivia, near Coroico, cca 3200 m. Habitat: *Sphagnum* on a bluff rocky wall:

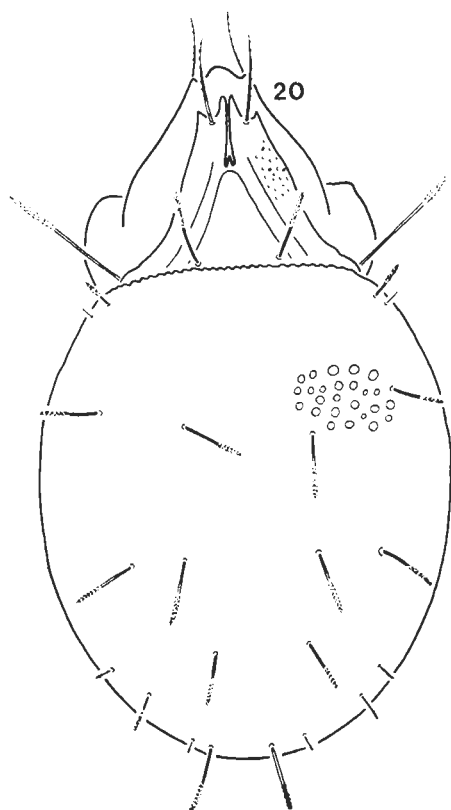
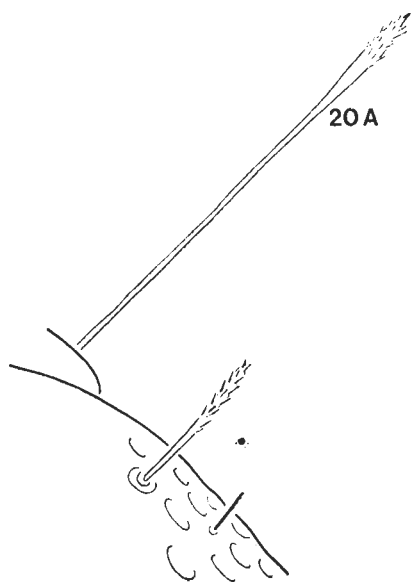
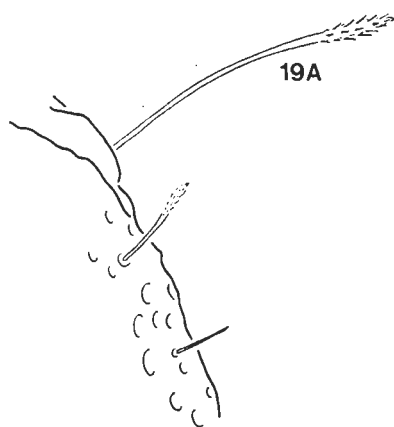
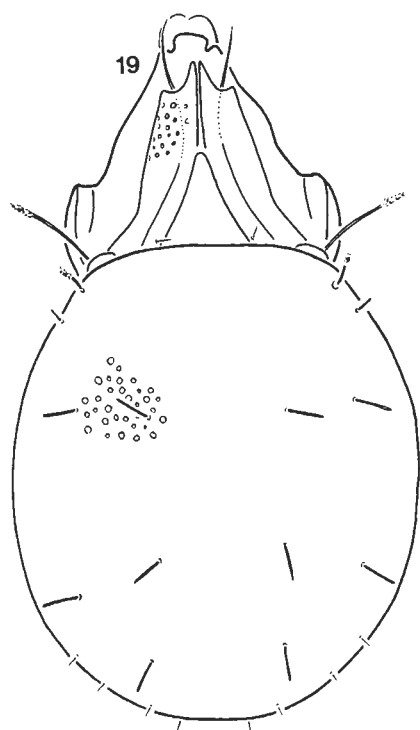
**punctulatus** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

35 (32) At least setae  $te$ ,  $ti$ ,  $ms$ ,  $r_2$  and  $r_1$  always ciliate.

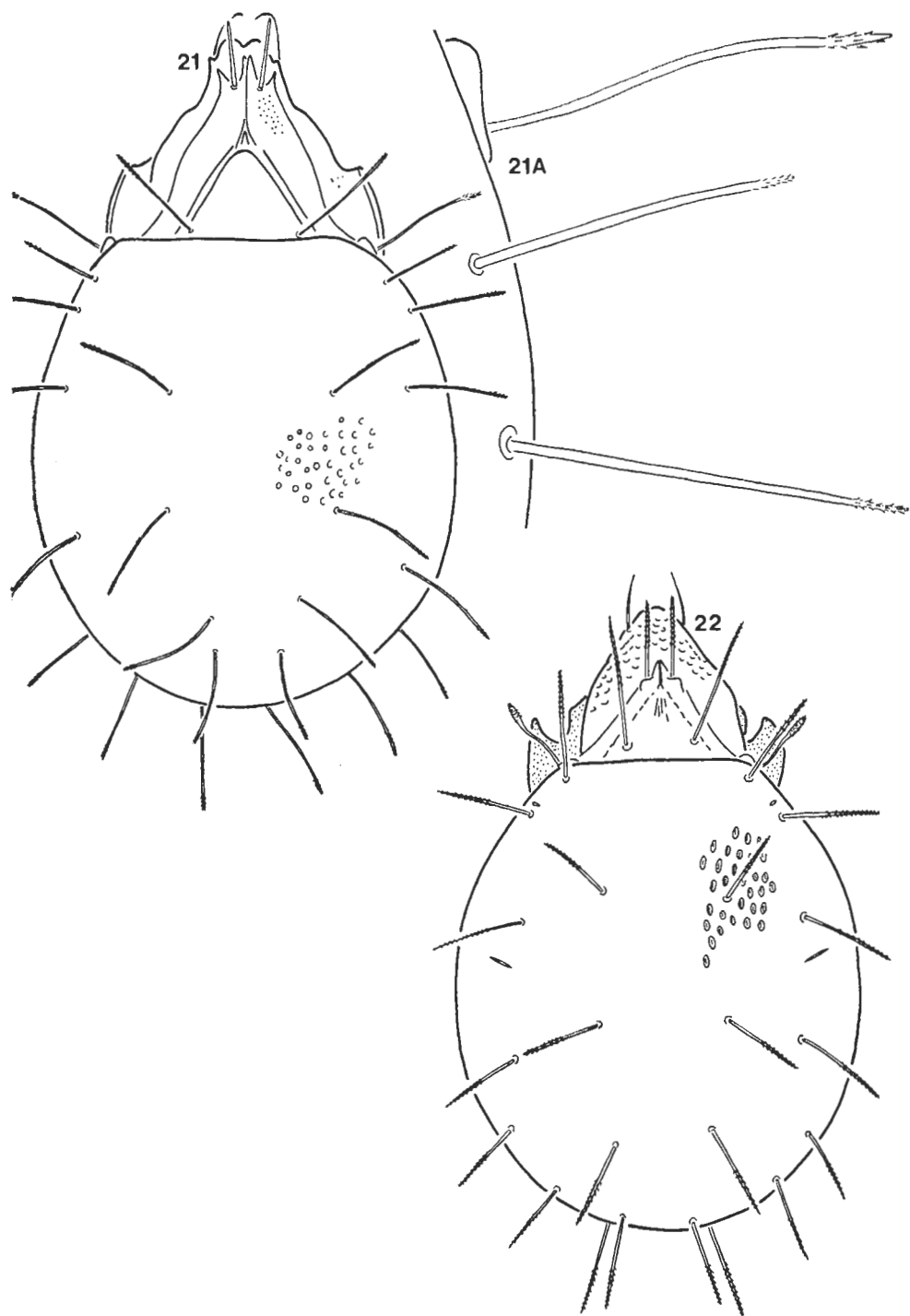
36 (39) Either setae  $c_1$  and  $c_2$  or setae  $c_2$ ,  $r_1$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  and  $p_3$  smooth and much shorter than remaining notogastral setae.



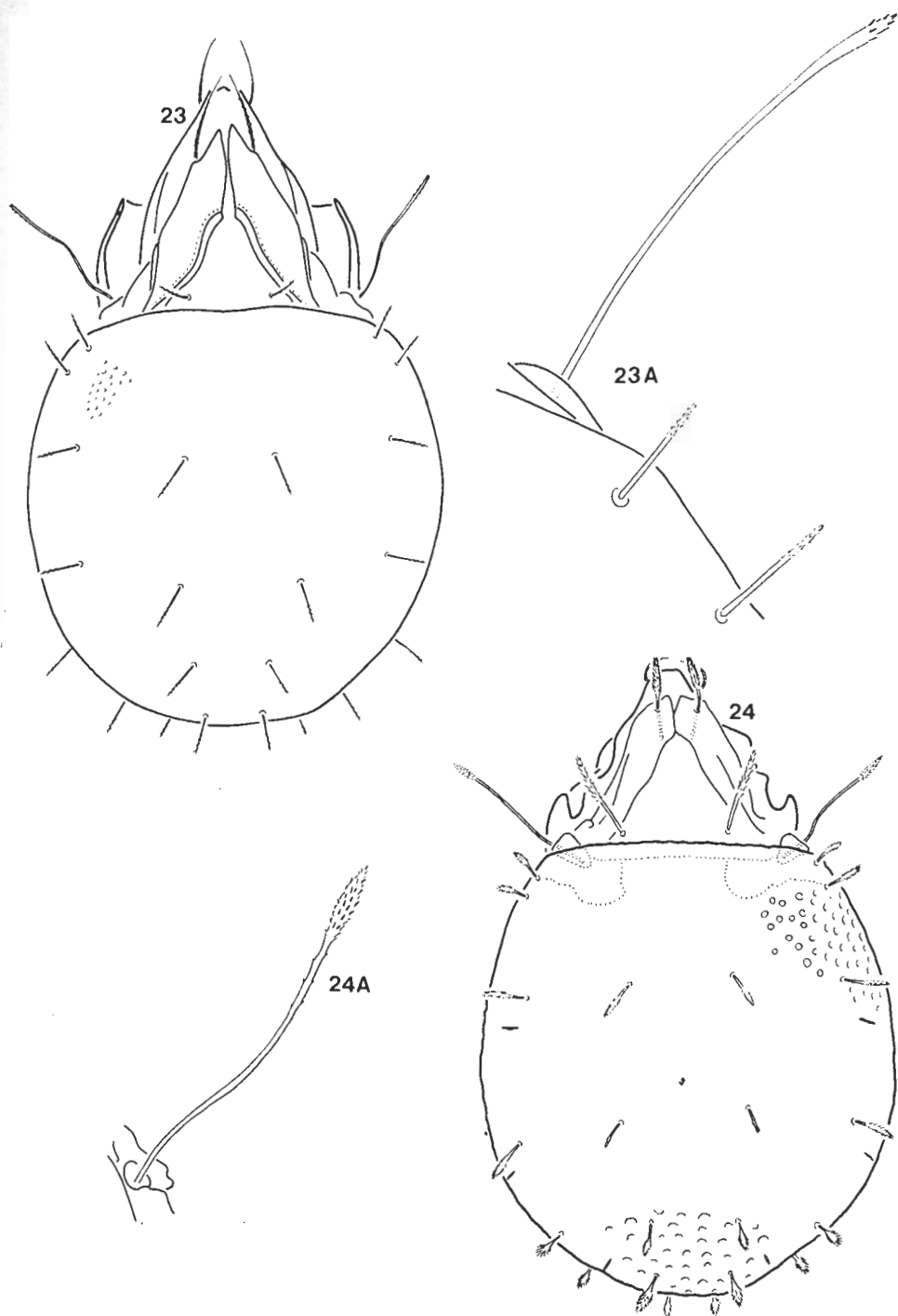
Figs. 17–18. 17: *Xenillus punctulatus* J. BAL. & P. BAL., 1985 – 18. *X. ecuadorensis* J. BAL. & P. BAL., 1985



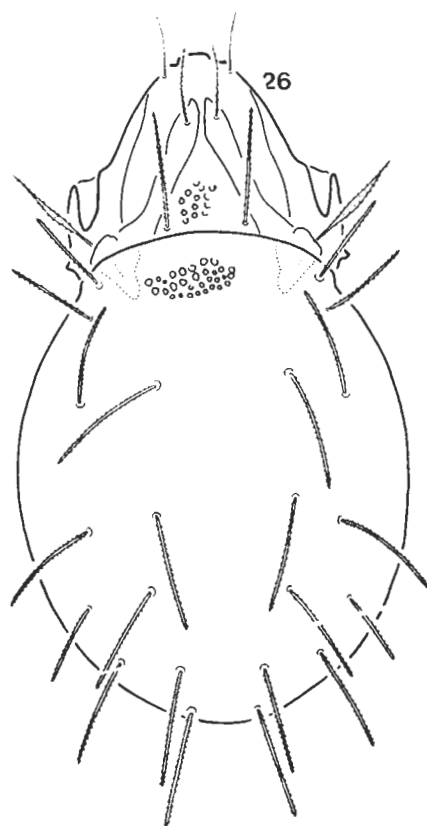
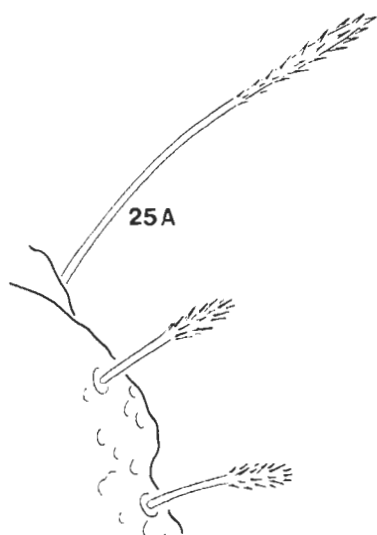
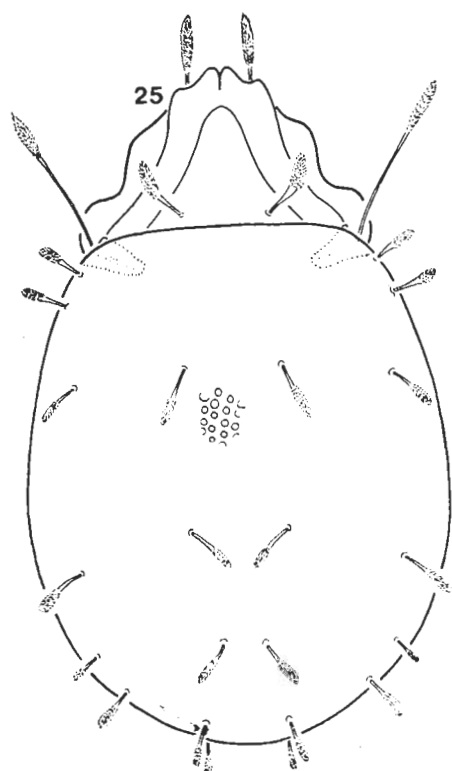
Figs. 19–20. 19: *Xenillus davisorum* J. BAL. & P. BAL., 1985 – 20: *X. heterotrichus* J. BAL. & P. BAL., 1985



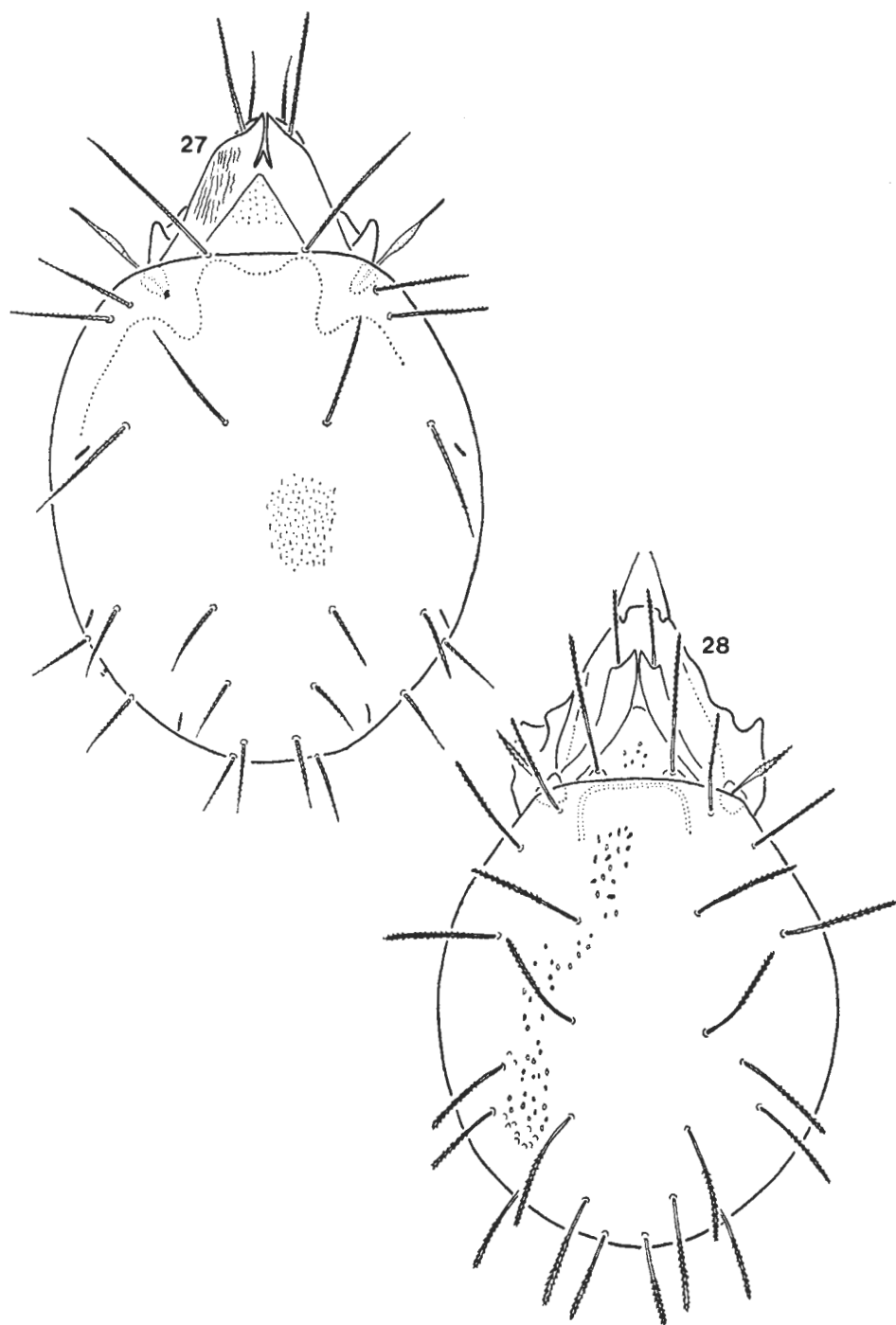
Figs. 21–22. 21: *Xenillus venezuelanus* J. BAL. & P. BAL., 1984 – 22: *X. superbus* (PÉR. – INIGO & BAGG., 1980)



Figs. 23–24. 23: *Xenillus longisetosus* J. BAL. & MAH., 1969–24: *X. sanctipauli* PÉR. – INIGO & BAGG., 1980



Figs. 25–26: 25: *Xenillus fusifer* J. BAL. & MAH., 1977–26: *X. disjunctus* J. BAL. & MAH., 1977



Figs. 27 - 28. 27: *Xenillus ornatus* (COVARRUBIAS, 1967) - 28: *X. longipes* MAH., 1985



37 (38) Setae  $c_1$  and  $c_2$  short and smooth, remaining notogastral setae much longer and apically ciliate; notogaster with irregularly scattered small foveolae. — Length: 763–1005  $\mu\text{m}$ ; width: 484–656  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Ecuador, Cotopaxi, cca 3500–4000 m. Habitat: paramo-region, wet soil moss and debris of grasses:

**ecuadorensis** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

38 (37) Setae  $c_2$ ,  $r_1$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  and  $p_3$  short and smooth, remaining notogastral setae much longer and spatulate or apically very finely ciliate; notogaster with larger and smaller foveolae. — Length: 689  $\mu\text{m}$ ; width: 410  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasilia, Maranhao, Fazenda Agua Azul, Sierra do Gurupi. NW from Imperatriz. Habitat: tropical rain forest, litter:

**davisorum** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

39 (36) All notogastral setae at least apically ciliate.

40 (41) Setae  $p_1$  and  $p_3$  very short and thin: setae  $r_1$ ,  $r_2$ , and  $r_3$  about thrice longer than  $p_1$  and  $p_3$ ; setae  $c_1$  about thrice longer than setae  $c_2$ ; lamellae sparsely foveolate; notogaster with large, circular foveolae. — Length: 656–681  $\mu\text{m}$ ; width: 402–410  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasilia, Maranhao, Fazenda Agua Azul, Serra do Gurupi, NW from Imperatriz. Habitat: rain forest, litter:

**heterotrichus** J. BALOGH & P. BALOGH, 1984

41 (40) Setae  $p_1$  and  $p_2$  the same length as setae  $r_1$ ,  $r_2$  and  $r_3$  or only a little shorter.

42 (45) Setae  $c_1$  and  $c_2$  almost as long or longer than sensillus.

43 (44) Lamellar cuspides long: as long as interlamellar area; almost reaching to tip of rostrum; setae  $c_1$  slightly shorter than  $c_2$  and sensillus; notogaster with circular foveolae. — Length: 877–964  $\mu\text{m}$ ; width: 595–709  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Venezuela, Caracas, Mt. Avila National Park, 2200 m. Habitat: tropical montane forest, wet litter and humus:

**venezuelanus** J. BALOGH & P. BALOGH, 1985

44 (43) Lamellar cuspides short: much shorter than interlamellar area, not reaching to tip of rostrum; setae  $c_1$  and  $c_2$  longer than sensillus; notogaster with oblong, longitudinally divided foveolae. — Length: 1020–1224  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: São Paulo, Cidade Universitária „Armando de Salles Oliveira”, Bosque da Biologia. Habitat: tropical rain forest, humus and litter:

**superbus** (PÉREZ—INIGO & BAGGIO, 1985)

45 (42) Setae  $c_1$  and  $c_2$  much shorter than sensillus.

46 (47) Notogastral setae setiform, apically with very short cilia; notogaster with small, scattered foveolae. — Length: 538–633  $\mu\text{m}$ ; width: 364–443  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Bolivia, Puerto Linares. Habitat: tropical rain forest, litter:

**longisetosus** BALOGH & MAHUNKA, 1969

47 (46) Notogastral setae fusiform, apically dilated and densely ciliated; notogaster with large, circular foveolae.

- 48 (49) Lamellar setae originating on the surface of cuspis; interlamellar setae setiform, long, apically not dilated, much longer than notogastral setae. — Length: 494–630  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: São Paulo, Cidade Universitaria „Armando de Salles Oliveira”, Bosque da Biologia. Habitat: tropical rain forest, humus and litter:

**sanctipauli** PÉREZ — INIGO & BAGGIO, 1980

- 49 (48) Lamellar setae originating on the apical margin of cuspis; interlamellar setae fusiform, apically dilated, same type as notogastral setae. — Length: 571–816  $\mu\text{m}$ ; width: 393–520  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Brasília, Estate São Paulo, Cabareuva. Habitat: secondary forest, humus:

**fusifer** BALOGH & MAHUNKA, 1977

- 50 (31) Sensillus lanceolate; densely aciculated or spinulated.

- 51 (52) Lamellar cuspides separated: neither with intercuspidal triangle, nor with connected translamella; notogaster with circular foveolae; notogastral setae at least partly with thick, bacilliform spines. — Length: 861  $\mu\text{m}$  width: 502  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Chile, Maipu, 25 km SW from Santiago. Habitat: moss scraped from walls and rocky gorge:

**disjunctus** BALOGH & MAHUNKA, 1977

- 52 (51) Lamellar cuspides either with interlamellar triangle or with short connected translamella; notogaster either with longitudinally elongated or with slitlike fissures; notogastral setae ciliated.

- 53 (54) Interlamellar area granulated. Lamellae and interlamellar triangle fused. Setae  $c_1$  and  $c_2$  near to each other: distance  $c_2$  — te thrice longer than distance  $c_1 - c_2$ . — Length: 1020  $\mu\text{m}$ ; width: 673  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Chile, Province O'Higgins, Palms of cocolán. Habitat: palm forest, litter:

**ornatus** (COVARRUBIAS, 1967)

- 54 (53) Interlamellar area foveolated. Lamellae separated; interlamellar triangle not fused with lamellae. Setae  $c_1$  and  $c_2$  far from each other: distance  $c_2$  — te less than twice longer than distance  $c_1 - c_2$ . — Length: 834–1009  $\mu\text{m}$ ; width: 514–592  $\mu\text{m}$ . Locus typicus: Paraguay, Provincia Concepción, Estancia Estrellas. Habitat: forest, litter:

**longipes** MAHUNKA, 1985

#### REFERENCES

1. BALOGH, J. & MAHUNKA, S. (1968): The scientific results of the Hungarian soil zoological expeditions to South America. 5. Acari: Data to the oribatid fauna of the environment of Córdoba, Argentina. — Opusc. Zool. Budapest, 8: 317–340.
2. BALOGH, J. & MAHUNKA, S. (1969): The scientific results of the Hungarian soil zoological expeditions to South America. 10. Acari: Oribatids, collected by the second expedition, I. — Acta Zool. Hung., 15: 1–21.
3. BALOGH, J. & MAHUNKA, S. (1969): The scientific results of the Hungarian soil zoological expeditions to South America. 12. Acari: Oribatids, collected by the second expedition, III. — Acta Zool. Hung., 15: 255–275.
4. BALOGH, J. & MAHUNKA, S. (1977): New data to the knowledge of the oribatid fauna of Neogea (Acari). I. — Acta Zool. Hung., 23: 1–28.

5. BALOGH, J. & MAHUNKA, S. (1977): New data to the knowledge of the oribatid fauna of Neogea (Acari). II. — Acta Zool. Hung., 23: 247—265.
6. BALOGH, J. & MAHUNKA, S. (1981): New data to the knowledge of the oribatid fauna of Neogea (Acari). VI. — Acta Zool. Hung., 27: 49—102.
7. BALOGH, J. & BALOGH, P. (1985): Fifteen new species of the genus *Xenillus* Robineau—Desvoidy, 1839 from South America (Acari, Oribatei). — Acta Zool. Hung., 30: 00—00.
8. COVARRUBIAS, R. (1967): New oribatids (Acarina) from Chile. — Opusc. Zool. Budapest, 7: 89—116.
9. PÉREZ—INIGO, C. & BAGGIO, D. (1980): Oribatidos edaficos do Brasil. I. — Bolm. Zool. Univ. S. Paulo, 5: 111—147.

## **Betrachtungen zur vergleichenden Ökologie der Hochgebirge**

Von

**H. FRANZ\***

Die Hochgebirge der Erde erheben sich zu Meereshöhen, in denen extreme Klimaverhältnisse herrschen, in denen nur noch an extremste Lebensbedingungen angepasste Organismen oder selbst solche nicht mehr dauernd zu existieren vermögen. Sie stellen deshalb für den Ökologien überaus lehrreiche Studienobjekte dar. Trotzdem ist es nicht leicht, eine weltweit gültige Definition des Begriffes Hochgebirge zu geben.

Der Bewohner gemäßigter Breiten verbindet mit dem Begriff Hochgebirge eine ganz bestimmte Landschaftsvorstellung: er denkt an ein Gebirge, das die Waldgrenze beträchtlich überragt und das womöglich mit den höchsten Gipfeln die orographische Schneegrenze überschreitet. Er denkt ferner an ein Gebirge mit scharfer und symmetrischer Gliederung in eine Reihe von Höhenstufen der Vegetation und Fauna und an eine in Höhenstufen gegliederte landwirtschaftliche Nutzung. Damit verbindet er die Vorstellung eines Gebirges, das sich mehr als 2000 m über den Meeresspiegel erhebt.

Diese Merkmale lassen sich nicht ohne weiteres auf andere Klimagürtel der Erde übertragen, denn sowohl die hohen Gebirge der feuchten Tropen und der trockenen Subtropen, als auch die Gebirge der subarktischen und arktischen Regionen weisen stark abweichende Aspekte auf.

Die Erhebung über den Meeresspiegel erweist sich, wie schon, TROLL (1941) dargelegt hat, bei einem planetarischen Vergleich für die Abgrenzung der Hochgebirge gegen die Mittelgebirge als unbrauchbar. In den arktischen und subarktischen Breiten haben Gebirge mit viel geringerer Seehöhe als in Mitteleuropa Hochgebirgscharakter. Es sinkt im subpolaren und polaren Bereich zuerst die Waldgrenze und dann die Schneegrenze auf das Meeresniveau herab. In den feuchten Tropen tragen dagegen oft noch Berge mit 4000 m Seehöhe bis zu den Gipfeln Wald, die Schneegrenze steigt über 6000 m an. In den Trockengebieten steigt die Waldgrenze noch höher und wird schließlich von waldlosem Gelände

\* Dr. Herbert Franz, 2340 Mödling bei Wien, Jakob-Thoma-Strasse 3 B, Österreich.

überholt, das heißt der Wald fehlt vollkommen. In Gebirgen schließlich, die humide von aride Gebieten trennen, besteht eine asymmetrische Ausbildung der Höhenstufen auf der feuchten beziehungsweise trockenen Gebirgsseite. Seehöhe, Wald- und Schneegrenze sind daher für sich allein zur Abgrenzung des Begriffes Hochgebirge ungeeignet.

TROLL (1959) hat deshalb betont, daß sich der Begriff Hochgebirge nur durch das Zusammentreffen einer ganzen Reihe von Landschaftsmerkmalen definieren läßt. Dazu gehört, daß sich die Gebirge über die Obergrenze des Waldes und Baumwuchses erheben, daß sie in den pleistozänen Eiszeiten über die damalige Schneegrenze aufragten, so daß sich der an den nivalen Klimabereich gebundene Schatz an Landschaftsformen ausbilden konnte, schließlich, daß in der heutigen Landschaft durch starke Wirkung der Bodengefrorenis der Gesteinzerfall, die Strukturbodenbildung und die solifluidale Bodenabtragung flächenhaft wirksam werden können. Diese Höhenstufe erhebt sich in den Tropen über 4000 m, in den Trockengürteln der Erde über 5000 m, in den gemäßigten Breiten senkt sie sich ab, wo sie den Meeresspiegel erreicht beginnt im allgemeinen das Polargebiet.

Der dominierende, die Höhenstufengliederung erzeugende Faktor ist das Klima. In den gemäßigt-winterkalten Gebieten spielen für die Waldgrenze drei Faktoren die maßgebende Rolle: 1. Die Frostresistenz bei den immergrünen Waldbäumen. Die Zirbe besitzt in vollkommenster Weise die Eigenschaft der Waldgrenzbäume, daß ihre Triebe in der kurzen Zeit der frostfreien Vegetationsperiode ausreifen. Der 2. wichtige Faktor ist die Andauer der Schneebedeckung und der Schneedruck, der 3. die Frosttrocknis an Stellen mit dünner Schneedecke und daher tief gefrierendem Boden. Da die Nadeln der Bäume, wenn sie vorübergehend auftauen, transpirieren, die Wurzeln aber aus dem gefrorenen Boden kein Wasser aufnehmen können, sind sie der Gefahr der Austrocknung ausgesetzt, ganz besonders an der Sonneneinstrahlung ausgesetzten Hängen, wo das Auftauen der Nadeln im Winter öfter erfolgt als in Schattenlagen.

In den Tropen ohne Jahreszeiten- aber mit Tageszeitenperiodizität spielen Schneebedeckung und Frosttrocknis keine Rolle, wohl aber die Frostgrenze und damit die Frostresistenz, der Mangel an Feuchtigkeit und der große Temperaturgegensatz zwischen Tag und Nacht.

Die Waldgrenze hat daher unterschiedliche Aspekte: In den gemäßigten Breiten der Nordhemisphäre finden wir Krummholzdickichte bis zur Höhe der schützenden Schneedecke mit einzelnen darüber aufragenden Wetterfichten. In den Tropen bilden dagegen Kugelschirmbäume verschiedener Verwandtschaften die Waldgrenze, meist Laubhölzer, aber auch *Podocarpus* und *Libocedrus*, von Epiphyten behangen und von Sträuchern, Bambus und Lianen unterwachsen. Der Wald bevorzugt Tal- und Muldenlagen, während die offenen Rücken von Höhengrasland oder Paramovegetation eingenommen werden.

In den gemäßigten Breiten der Südhemisphäre, besonders deutlich in den isolierten neuseeländischen Alpen, liegt die Waldgrenze niedriger als in vergleichbaren Breiten der Nordhemisphäre. Während sich in dieser schon im jüngeren Tertiär besonders in Ostsibirien eine Anpassung von Holzarten an Frostresistenz vollzog, war dies in den jungen und isolierten Hochgebirgen der Südhalbkugel nicht der Fall. Auf die durch gleichzeitige Hebung der Gebirge verschärfte Klimaverschlechterung waren die Holzpflanzen dort nicht vorbereitet, Gehölze mit Frostresistenz fehlen hier weithin bis heute.

Auch die Ausbildung der Vegetationsgrenze zeigt in den gemäßigten Breiten und in den Tropen einen unterschiedlichen Aspekt: In den gemäßigt-winterkalten Gebieten ist die Andauer der Schneedecke entscheidend, sie variiert oberhalb der Waldgrenze wegen der ungleichmäßigen Verteilung des Schnees durch den Wind und damit des Ausaperungszeitpunktes beträchtlich. Es stehen hier Gras- und *Loiseleuria*-Heiden auf schneearmen Flächen, der Schneetälchenvegetation lange schneebedeckte Stellen gegenüber. Die Grenze der geschlossenen Vegetation liegt dort, wo die Zeitspanne zwischen Ausapern und Wiederzuschneien im Mittel der Jahre zu kurz wird, um die Entwicklung einer geschlossenen Vegetationsdecke noch zu gestatten. Hier beginnt die Polsterpflanzenstufe, der Pionierpflanzen angehören, die notfalls auch einen ungünstigen Sommer überdauern, in dem die Schneedecke überhaupt nicht abschmilzt (MOSER, 1970).

In den feuchten Tropen sind über der Waldgrenze die täglichen Temperaturschwankungen lebensbegrenzend. Der fast in jeder Nacht auftretende Bodenfrost führt zur Entstehung von Frostrissen im Boden und zu einer Bodenhebung, wodurch mechanische Schäden an den Wurzeln auftreten, die vor allem an Jungpflanzen tödliche Wirkungen haben können. Die Dauer der Schneedecke spielt dagegen in den Tropen für die Vegetation keine Rolle, weil sie bis zu der meist weit unter der Schneegrenze gelegenen Vegetationsgrenze von geringer Dauer ist. Unter diesen stark abweichenden Lebensbedingungen bilden sich über der Waldgrenze in den tropischen Gebirgen andere Lebensformen der Pflanzen aus als in gemäßigten Breiten: so unter anderen riesige Blattrosetten- und Schoppflanzen, Wollkerzen und Hartpolster. Die von ihnen gebildete Pflanzenformation, die Paramovegetation, tritt großflächig in gemäßigt feuchten Lagen auf, während in den nassen Mulden und an quelligen Stellen andere Pflanzengesellschaften, in den venezolanischen Anden *Aciachne*-Rasen an ihre Stelle treten.

Während die Paramovegetation der feuchten Tropen Südamerikas und der ostafrikanischen Riesenvulkane mit der Hochgebirgsvegetation der holarktischen Gebirge nichts gemeinsam hat, treten in der Fauna der Paramos Venezuelas auffällige Konvergenzen zu paläarktischen Gattungen auf. Als Beispiele solcher Konvergenzen seien genannt: a) Die brachyptere Orthopterengattung *Meridacris* in Venezuela und die Gattung *Podisma* der paläarktischen Hochgebirge. — b) Der Laufkäfer *Colpodes frigidus* der *Polylepis*-Wälder Venezuelas und die für Schneetälchen in den holarktischen Hochgebirgen charakteristischen Nebrien. — c) Die Raubkäfergattung *Microusa* (nov. gen., PACE, 1983) und die in den paläarktischen Gebirgen weit verbreitete Gattung *Leptusa*. — d) Die Raubkäfergattung *Lamprostiba* (nov. gen., PACE, 1983) und die in paläarktischen Gebirgen weit verbreitete Gattung *Geostiba* (*Sipalia*). — e) Ein in den venezolanischen Paramos häufiger schwarzer *Colpodes* (?) und diesem habituell sehr ähnliche *Pterostichus*-Arten der holarktischen Hochgebirge. — f) Ein kleiner schwarzer Laufkäfer der venezolanischen Paramos, *Carbonellia atra*, und paläarktische Vertreter der Gattung *Metabletus* s. l.

Während in gemäßigten Breiten im hochalpinen Bereich auf dem Boden aufliegende Steine für die Bodentiere eine wichtige Nische bilden, ist das in den Tropen nicht der Fall. Bei so extremen Temperaturschwankungen zwischen Nacht und Tag, sie erreichen das Ausmaß von 40 bis 50 °C, bilden Steine offenbar keinen ausreichenden Schutz mehr. In der Paramovegetation bilden an ihrer Stelle die Riesenschoppflanzen für die Tiere die wichtigste Nische. Die Rieseneschopletien bilden mit dem lebenden Blattschopf ein vor Sonneneinstrahlung und

Niederschlag schützendes Dach, unter dem sich zwischen den abgestorbenen, am Stamm haftenden Blättern Stockwerke mit verschiedenem Mikroklima ausbilden. Unmittelbar unter dem lebenden Schopf sind die abgestorbenen Blätter trocken und geben Tieren, die eine stärkere Durchfeuchtung ihrer unmittelbaren Umgebung nicht ertragen, eine ihnen zusagende Wohnstätte. Hier leben z. Bsp. Locustiden, Forficuliden und Blattiden, aber auch Raupen und gegen Feuchtigkeit empfindliche Spinnen. Tiefer unten am Stamm wird der abgestorbene Blattmantel feuchter, so daß hier mesophile Tiere, z.B. gewisse mesophile Käfer ihnen zusagende Lebensverhältnisse finden. Die am tiefsten Stammteil haftenden Blätter sind dauernd intensiv durchfeuchtet, hier leben in oft großer Artenmannigfaltigkeit echte Bodentiere wie Staphyliniden und andere Bodenkäfer sowie Vertreter anderer terrikoler Gruppen.

In den venezolanischen Anden läßt sich eine untere Paramostufe, in der die Espeletien mit niederen Sträuchern untermischt sind, von einer oberen Paramostufe, in der solche Sträucher fehlen und der Pflanzenbestand auch nicht mehr geschlossen ist, unterscheiden. In der unteren Paramostufe fehlen die hygrophilen Bodentiere, es tritt im Blattmantel der Espeletien unmittelbar über dem Boden eine mesophile Tiergemeinschaft auf.

Die *Aciachne*-Rasen stellen gewissermaßen ein Äquivalent der Schneetälchen in den Gebirgen gemäßigter Breiten dar, mit dem Unterschied, daß sie an Stelle langer Schneebedeckung durch andauernde Durchfeuchtung gekennzeichnet sind. Sie sind von einer geringen Zahl extrem hygrophiler Tierarten besiedelt.

TROLL (1975) hat eingehend dargelegt, daß zwischen den Espeletieten der tropischen Anden und den Gesellschaften der Riesensenecien in den hohen ostafrikanischen Vulkanen eine auffällige Übereinstimmung der Lebensformen besteht, die einer konvergenten Entwicklung unter dem Einfluß gleichartiger Umweltbedingungen zu verdanken ist. Er hat deshalb auch die Bezeichnung Paramovegetation auf die entsprechenden ostafrikanischen Pflanzengesellschaften übertragen. Auch die Riesensenecien bilden eine wichtige Nische für die Hochgebirgsfauna, allerdings meist erst nachdem die Pflanzen abgestorben und umgestürzt sind.

Noch eine Erscheinung unterscheidet sowohl die Anden von Venezuela bis Equador als auch die ostafrikanischen Riesenvulkane von den Hochgebirgen gemäßigter Breiten: das Auftreten von krummholzartigen Relikwäldern weit oberhalb der orographischen Waldgrenze. In Südamerika sind es die *Polylepis*-Wälder, die auf Blockhalden in der oberen Paramostufe auftreten und die nicht nur im Pflanzenbestand sondern auch in der Fauna von den Paramos stark abweichen. Es sind Reliktwaldbestände, die nach pollenanalytischen Untersuchungen von VAN DER HAMMEN (1974) in Columbien bis vor 20 000 Jahren eine weitaus größere Verbreitung aufwiesen als heute. Ihnen entsprechen in sehr hohen Lagen der ostafrikanischen Vulkane Bestände von *Philippia*, die auch dort über die Grenze des geschlossenen Waldes emporreichen.

Die Entwicklung einer Paramovegetation hat das Vorhandensein ausreichender Feuchtigkeit zur Voraussetzung, einschließlich eines gewissen Wasserhaltevermögens der Böden. Sobald in den trockenen Subtropen diese Bedingungen nicht mehr vorhanden sind, findet die Verbreitung der Paramovegetation ihre Grenze, was in den fast 8000 km von N nach S streichenden Anden besonders deutlich zu beobachten ist. Der Chimborazo in Ecuador ist hier der südlichste Gipfel, von dem Paramovegetation beschrieben ist, die Espeletieten sind dort

aber nicht überall gleich gut entwickelt, sondern an den trockenen Nordhängern nur noch in Kümmerformen vorhanden.

Die Hochanden Perus gehören dem trockenen subtropischen Hochgebirgsgürtel an. Sie besitzen zwischen 4000 und 4500 m Höhe einen Trockenrasengürtel, die Puna, an die nach oben eine hochwüstenartige Frostschuttzone mit in den tieferen Teilen noch lückiger Vegetation anschließt. Ihr folgt nach oben die Nivalstufe.

Gegen den Norte Grande Chiles nehmen die Niederschläge weiter ab. Nebelwälder, die an den O-Hängen der peruanischen und bolivianischen Anden noch vorhanden sind, fehlen in diesem Bereich vollkommen, letzte Ausläufer finden sich in der Sierra de Aconquija in NW-Argentinien. Im Norte Grande Chiles wird die Puna in 3000 bis 4000 m Höhe durch eine schütterere Zwergstrauchvegetation, den Tolar, und auf sandigem Untergrund durch schütterere Horstgrasbestände, den Pachonal, ersetzt. Darüber besteht nur noch eine Pioniervegetation, die fast ausschließlich aus den Hartpolstern von *Azorella*-Arten gebildet wird. In der spärlichen Feuchtigkeit und den spärlichen organischen Resten unter diesen Polster lebt eine artenarme hygrophile Bodenfauna, die zu der ebenfalls artenarmen xerophilen Fauna des Tolar und Pajonal in scharfem Gegensatz steht und offenbar mit der Fauna der Polsterpflanzenstufe in den südlicheren Anden in Beziehung steht. Ich fand hier Vertreter der Carabidengattung *Trechisibius*, ferner an Käfern Pselaphiden und Staphyliniden, schließlich Milben und Collembolen. Über der Azorellenzone folgt eine Hochwüste und schließlich die Nivalstufe. Unter dem in der Hochwüste gelegentlich fallenden Schnee kommt es nicht zur Anhäufung von Feuchtigkeit, da der Schnee nicht schmilzt sondern so gleich sublimiert.

In den Anden von Mittelchile findet sich an den W-Hängen Wald, der an seiner Obergrenze offenbar anthropogen auf weiten Strecken in Grasland verwandelt ist. Darüber liegt im Bereich der Paßhöhe von El Portillo nur noch eine Polsterpflanzenstufe, in der ich Azorellen vermißte und auch keine Spur einer Schneetälchenvegetation und Fauna im Sinne der holarktischen Gebirge fand. In Südchile liegen über der Waldgrenze weithin durch intensiven solifluidalen Bodenabtrag bedingte Hochwüsten. Im Bereich von Puerto Natales reicht der Gletscher bis zum Meer, die Waldgrenze sinkt hier, gebildet von *Nothofagus antarctica*, bis nahe an das Meeresniveau ab.

Läßt sich in den Anden dank der Kontinuität des Gebirges über viele tausende Kilometer beobachten, wie die Paramovegetation der humiden Tropen in den trockenen Subtropen durch Trockenrasen abgelöst wird, so lassen sich in Afrika wegen der Isoliertheit der einzelnen Vulkane keine gleichartigen Beobachtungen anstellen. In den Drakensbergen in Südafrika tritt uns ein Gebirge entgegen, welches manche Ähnlichkeit mit den holarktischen Gebirgen aufweist. Das ausgedehnte Weidegrasland Lesottos erinnert an die Almweiden der Alpen.

Bilden schon die N-S-streichenden Anden weithin eine Klimascheide und besitzen sie deshalb mit Ausnahme des nordöstlichen Teiles einen ausgeprägt asymmetrischen Aufbau der Höhenstufen an ihrer Ost- beziehungsweise Westflanke, so ist diese Asymmetrie im W-O-streichenden Himalaya noch viel stärker ausgeprägt. Das höchste Gebirge der Erde bildet eine scharfe Grenze zwischen dem tropischen Monsungebiet im Süden und den paläarktischen Hochsteppen Tibets. Zwischen beiden liegt über der orographischen Waldgrenze ein humider Gürtel hochalpine Bereiche, deren Formationen mit den Tropen nichts, mit den



paläarktischen Hochgebirgen dagegen sehr viel gemeinsam haben. Zeigt schon der subalpine Waldgürtel gewisse Anklänge an die subalpinen Wälder der Paläarktis, so liegt über diesen ein ausgedehnter Grasheidengürtel, der den alpinen Grasheidengürtel von den Pyrenäen bis zum Kaukasus weitgehend gleicht, und der diesen fortsetzt.

ALEXANDER VON HUMBOLDT hat als erster den Versuch unternommen, die klimabedingten Vegetationsgürtel der Erde nicht bloß in horizontaler Richtung nach der geographischen Breite, sondern zugleich auch in vertikaler Richtung nach den Höhenstufen zu vergleichen. Diese Arbeit hat TROLL (1948) aufgegriffen und fortgeführt, indem er in zahlreichen Publikationen den planetarischen Vergleich der Höhenstufen der Gebirge der Erde erweiterte und vertiefte. Er wies vor allem darauf hin, daß in der dreidimensionalen Anordnung der Klima-, Vegetations- und Landschaftszonen der Erde eine deutliche Asymmetrie vorhanden sei. Einerseits bestehe zwischen den tropischen Hochgebirgen und ihrem Mangel an thermischen Jahreszeiten und der winterkalten Hochgebirgen der Nordhalbkugel der allergrößte Gegensatz, andererseits zwischen den tropischen Gebirgen und den hochozeanischen Zonen der Subantarktis eine auffällige klimatische, ökologische, ja floristische Ähnlichkeit. Nach TROLL ist dies eine Folge der verschiedenen Land- und Wasserverteilung auf der Nord- und Südhalbkugel.

Dieser Darstellung, die von mir an anderer Stelle ausführlicher wiedergegeben wurde (FRANZ, 1979) ist STOCKER (1963) mit dem Einwand entgegengetreten, daß die Asymmetrie in der dreidimensionalen Vegetationsverteilung auf der Erde nur bestehe, so lange man die Feuchtigkeitsansprüche der Vegetation nicht berücksichtige. Unterscheide man in der Vegetationsverteilung zwischen einem extrem humiden, einem gemäßigt humiden, einem gemäßigt ariden und einem extrem ariden Sektor und lege in diesen Sektoren Profile von der Nord- zur Südhalbkugel, so ergebe sich zonale und ökologische Symmetrie. STOCKER räumt allerdings ein, daß sich die dritte Dimension der Höhenstufen als durchgehendes Längsprofil nur im extrem humiden Sektor zeichnen lasse, in den übrigen Sektoren seien nur Teilprofile möglich. Das hat seinen Grund darin, daß in diesen auf der Südhalbkugel genügend Beispiele fehlen.

Trotzdem muß man den Unterschied zwischen humiden (ozeanischen) und ariden oder mindestens semiariden (kontinentalen) Gebieten weltweit betrachten und beschreiben. Tut man dies nicht, so bleibt die in den meisten Gebirgen der Erde bestehende Asymmetrie in der Ausbildung der Höhenstufen an den verschiedenen Gebirgsflanken unberücksichtigt. Gebirge mit vollkommener oder auch nur annähernder Symmetrie im Höhenstufenaufbau an allen Flanken sind ein Sonderfall, der nur gegeben ist, wenn das betreffende Gebirge allseits von einem einheitlichen Klimaraum umschlossen ist. Bilden Hochgebirge Klimascheiden, wie das mehrheitlich der Fall ist, dann bestehen an den verschiedenen Klimabereichen zugewandten Flanken unterschiedliche Höhenstufen. Solche Asymmetrien sind ökologisch besonders lehrreich und dürfen daher bei einem dreidimensionalen planetarischen Vergleich der Höhenstufen der Gebirge nicht vernachlässigt werden.

#### SCHRIFTTUM

1. FRANZ, H. (1979): Ökologie der Hochgebirge. — Stuttgart: 1–495.
2. HAMMEN, T. VAN DER (1974): The Pleistocene changes of vegetation and climata in Tropical South Amerika. — Journ. Biogeogr.: 3–26.

3. MONASTERIO, M. (Ed.) (1980): Estudios ecologicos en los Paramos andinos. — Mérida, Venezuela: 1—12.
4. MOSER, W. (1970): Microclimate and photosynthesis in the nival-zone of the Alps. — IBP-Tunda—Biome, Kevo, 22—33.
5. PACE, R. (1983): Aleocharinae oreofile del Venezuela raccolte dal Prof. Franz. I. Bolitocharini et Callicerini Geostibae. — Boll. Soc. Ent. Ital., 115: 91—102.
6. STOCKER, O. (1963): Das dreidimensionale Schema der Vegetationsverteilung auf der Erde. — Ber. Dt. Bor. Ges., 76: 168—178.
7. TROLL, C. (1941): Studien zur vergleichenden Geographie der Hochgebirge der Erde. Bonn, 21.
8. TROLL, C. (1948): Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord- und Südhalbkugel. — Jahresber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel, Zürich: 46—83.
9. TROLL, C. (1955): Über das Wesen der Hochgebirgsnatur. — Jb. Österr. Alpenver., 80: 142—157.
10. TROLL, C. (1975): Vergleichende Geographie der Hochgebirge der Erde in landschaftsökologischer Sicht. — Geogr. Rdsch., 5: 185—198.

## Quantitative Untersuchungen des Stoffumsatzes und chemische Analyse der Körperzusammensetzung von *Blaberus craniifer* Burm. (Blattidea)

Von

G. GERE\*

Auf die Fragen des Metabolismus der epimorphen Insekten versucht ein Teil der Verfasser, so REICHLÉ (1968), EDWARDS und Mitarb. (1970), MYRCHA und STEJGWILLO—LAUDANSKA (1970) auf Grund des Sauerstoffverbrauches oder der Menge der  $\text{CO}_2$ -Produktion bzw. der RQ-Daten eine Antwort zu erhalten. Andere messen hingegen den in drei Richtungen (Produktion = P, Fäzes + + Urin = FU und Respiration = R) vor sich gehenden Umsatz der aufgenommenen Nahrung (Konsumption = C) in quantitativer Relation oder in energetischer Hinsicht.

Die Artenzahl der epimorphen Insekten ist groß, ihr Dominanzwert im allgemeinen hoch, es fällt ihnen in der Funktion der Mehrheit der Biozönosen notwendigerweise eine sehr wichtige Rolle zu. Die Kenntnis dieser Rolle in produktionsbiologischer Hinsicht ist unentbehrlich. Leider enthalten die Mitteilungen über dieses Thema ziemlich abweichende Ergebnisse. Die Einbauproportion der Nahrung bei den phytophagen Heuschrecken  $\left( \text{der Wert } \frac{P \times 100}{C} \right)$  beträgt

laut WIEGERT und EVANS (1967) 5–17%, laut VAN HOOK (1971) 3,5%. Die Einbauproportion der Nahrung bei *Schistocera gregaria* fanden im Verhältnis zur assimilierten Nahrung (also zur Gesamtmenge von P + R) in der adulten Wachstumsperiode NORRIS (1960) für 46%, WALKER und Mitarb. (1970) für 60%.

Diese Tatsachen haben begründet, um weitere Untersuchungen an einem solchen epimorphen Insekten durchzuführen, der unter Laborverhältnissen gut gehalten und gezüchtet werden kann; so gestaltet sich auch in diesem Milieu sein Stoffumsatz den natürlichen Zuständen entsprechend oder diesen nahestehend. Das untersuchte Tier war *Blaberus craniifer* BURM. (Blattidea). Die Art können wir als Modelltier ansehen und es ist im Sinne der produktionsbiologischen Typentheorie (GERE, 1979) anzunehmen, daß der Charakter des Stoffumsatzes, der

\* Dr. Géza Gere, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Lehrstuhl für Tiersystematik und Ökologie der Eötvös-Loránd-Universität), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

Produktivität von mehreren, anderen epimorphen Insekten, die eine ähnliche Lebensführung aufweisen und ähnliche Nahrung konsumieren, ein annähernd gleiches Bild zeigt.

In den Versuchen haben wir die quantitativen Verhältnisse des Nahrungsverbrauches, des Wachstums und der Exkrementenproduktion der Tiere beobachtet sowie den Wasser-, Gesamtlipid- und Stickstoffgehalt ihres Körpers festgestellt.

## Methode

Die Stammzucht der Schaben haben wir im Wesentlichen nach der Methode von WYNIGER (1974) gehalten. Zu den Stoffumsatzuntersuchungen haben wir sämtliche Tiere – damit sie in ihrer Entwicklung der mit diesen einhergehenden störenden Wirkung nicht ausgesetzt werden – nur während eines Larvenstadiums verwendet, vom Abschluß der einen Häutung bis zu dem Zustand nach der nächsten Häutung. Während des Versuches waren die Tiere – von ihrer Größe abhängig – in glasurlosen Tonschüsselchen von 8–14 cm Durchmesser untergebracht. Die Schüsselchen haben wir mit einer Glasplatte zugedeckt und sie in nassen Sand versenkt. So wurde auch die poröse Wand des Tongefäßes feucht, wodurch im Luftraum des Schüsselchens die entsprechende Luftfeuchtigkeit gesichert war. Die Tiere konnten aus dem Wassertröpfchen, das sich auf der in das Schüsselchen gelegte, 15×15 oder 20×20 mm große Glasplatte befand, Wasser zu sich nehmen.

Ihre Nahrung war das Hundefutter „Protecan“, dessen lufttrockene Substanz annähernd 38% Protein enthält, von dem etwa die eine Hälfte tierischen, die andere pflanzlichen Ursprunges ist. Die Grundsubstanz ist Kleie. (Mündliche Information von dem Erzeugerbetrieb Phylaxia). So kann Protecan für eine gemischte Nahrung angesehen werden, was den Nahrungsansprüchen von *Blaberus* am besten nachkommt (LAFON, 1951; BEIER, 1961).

Die Nahrung haben wir in lufttrockenem Zustand eingewogen und an einem eigenen kleinen Muster – bei 104 °C, mittels Austrocknung bis zur Gewichtsständigkeit – den Wassergehalt der lufttrockenen Substanz festgestellt. Das Protecan wurde noch vor der Schimmelung ausgetauscht und der Rest in absolut trockenem Zustand zurückgewogen. Um die nachträgliche Zersetzung des produzierten Exkrementes zu verhindern, haben wir es täglich (eventuell zweitäglich) aus dem Schüsselchen entfernt und ebenfalls in absolut trockenem Zustand abgewogen. Es wurde die Körpermenge der Schaben sowohl zu Beginn als auch zum Ende der Untersuchung in lebendem, sodann bei der letzten Angelegenheit auch in absolut trockenem Zustand festgestellt.

Um die Zuverlässigkeit der Messungsergebnisse kontrollieren zu können, haben wir eine eigene Methode entwickelt. Die Methode gründet an der Kontrolle der Aschensubstanzen. Aus dem Bedenken ausgehend, daß die in der Nahrung aufgenommenen Aschensubstanzen nur in zwei Richtungen (P und FU) weitergelangen können, haben wir den Prozentsatz des Aschengehaltes der Nahrung, der entsprechend großen Kontrolltiere und des bei dem Versuch produzierten Exkrementes festgestellt, sodann in Kenntnis all dieser wurden auf Grund der gewogenen quantitativen Angaben des Stoffumsatzes die quantitativen Verhältnisse des Aschensubstanzumsatzes errechnet. Der Versuch hat sich dann bewährt, falls die Menge der durch die Nahrung aufgenommenen Aschensubstanz

mit der errechneten Menge der in den Körper und in das Exkrement des Tieres gelangten Asche gleich ist.

Etwa 80% der bei dem Versuch beobachteten Schaben haben sich neunmal gehäutet. Bei den übrigen haben wir 10 Häutungen festgestellt. Vorliegende Arbeit hat sich nur mit den sich neunmal häutenden Schaben befaßt und geht nicht in den Stoffumsatz der adulten Exemplare ein. Letztere werden bloß chemisch untersucht. Das Geschlecht der Tiere im 6. Larvenstadium kann man morphologisch schon erkennen. Von da an wurden die Männchen und die Weibchen abgesondert untersucht.

Die Versuchstemperatur war 20–23 °C und die Tiere wurden täglich 12 Stunden lang schwach beleuchtet.

Den Wassergehalt der Tiere haben wir durch die oben bereits erwähnten Trocknungsmethode bei 104 °C festgestellt. Zur quantitativen Bestimmung des Gesamtlipids diente der Extrahierungsapparat von Soxhlet. Die wasserhaltigen Substanzen haben wir vor Extrahierung mit wasserfreiem  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  verrieben. Das Extrahiermittel war Petroläther, die Zeitdauer der Extrahierung betrug – von der Menge der Substanz abhängig – 8–12 Stunden.

Den Gesamtstickstoffgehalt der Tiere haben wir mit der von SCHULEK modifizierten Halbmikromethode nach KJELDAHL bestimmt. Bei dem sauren Aufschluß haben wir einen Selenmischkatalisator angewendet. Zur Titrierung wurde methyloter Indikator benutzt.

### Untersuchungsergebnisse und Auswertung

Die quantitativen Verhältnisse des Stoffumsatzes der untersuchten Tiere enthält Tab. 1. Die Daten der letzten vier Rubriken der Tabelle sind – der leichteren Auswertbarkeit halber – errechnete Werte. Die Errechnung wurde folgenderweise durchgeführt: Im Laufe der vorangehenden Untersuchungen (GERE, 1984) haben wir unter ähnlichen Versuchsumständen die Zeitdauer der Larvenstadien der Schaben und die Zunahme der während der einzelnen Stadien eintretenden lebenden Körpermenge in Durchschnittswert festgestellt. In der Tabelle kommen diese Daten vor. Die Menge der während den einzelnen Stadien konsumierten Nahrung haben wir zur Zunahme dieser mitgeteilten lebenden Körpermenge auf Grund jener Proportionen ins Verhältnis gestellt, die wir in Bezug der zweierlei Angaben bei dem jetzigen Versuch erhalten haben. (Wir haben die Streuung der Angaben, in Klammern auch die Extremwerte angeführt.) Die Menge der Produktion (also die Zunahme der trockenen Körpermenge), des Fäzes + Urin sowie der Respiration haben wir ebenfalls auf Grund der während des jetzigen Versuches erhaltenen Ergebnisse, ins Verhältnis zum durchschnittlichen Wert der Konsumption gestellt, angegeben.

Auf Grund der Tab. 1 können wir u. a. feststellen, daß die Männchen im ersten Larvenstadium 6,3%, die Weibchen 4,5% jener Nahrung konsumierten, die zu ihrer ganzen Larvenentwicklung nötig ist. Dies scheint gering zu sein, hingegen dennoch mehr, als was die holometamorphen Insekten im ähnlichen Lebensstadium konsumieren. Im Falle der sich nach dem 7. Larvenstadium verpuppenden Raupen von *Hyphantria cunea* war dieser Wert nur 1,1% (GERE, 1956a; 1957a). Der Unterschied ergibt sich zweifelsohne daraus, daß die *Blaberus*-Larven (und voraussetzlich die mit Epimorphose sich entwickelnden Insekten im allgemeinen) in der Funktion der Zeit von kubischem Charakter wachsen

Tabelle 1. Quantitative Daten des Stoffumsatzes von *Blaberus craniifer* (berechnet auf ein Exemplar)

Larvenstadium	Zeitdauer des Larven- stadiums	Zahl der untersuchten Tiere	Zunahme der lebenden Körpermenge während des Stadiums (mg)	Konsumtion (in abs. Trockengew.) mg	Produktion mg	Fäzes + Urin mg	Respiration mg
I.	36	58	21,4	25,0 ± 1,5 22,7 ± 26,3	7,9 ± 0,3 7,5 ± 8,1	7,7 ± 0,4 7,5 ± 8,4	9,4 9,1 — 9,8
II.	48	50	50,5	48,3 ± 1,6 46,6 ± 50,1	15,1 ± 0,5 14,4 ± 15,5	15,6 ± 0,3 15,3 ± 16,1	17,6 17,2 — 18,0
III.	49	50	99,0	108,3 ± 5,4 101,9 — 115,2	34,4 ± 0,4 34,1 — 35,0	33,6 ± 0,5 33,1 — 34,5	40,3 39,7 — 41,2
IV.	49	38	165,0	174,8 ± 14,7 154,5 — 189,5	53,4 ± 1,2 53,4 — 56,5	53,6 ± 1,1 52,2 — 55,0	65,8 64,9 — 66,5
V.	43	40	283,0	305,6 ± 16,9 278,3 — 318,4	95,3 ± 2,6 90,8 — 97,3	94,3 ± 1,8 92,2 — 97,1	116,0 114,7 — 116,9
VI. ♂	46	50	407,0	501,9 ± 35,3 462,0 — 548,2	150,7 ± 2,7 148,3 — 155,2	148,9 ± 2,5 144,6 — 150,1	202,3 197,8 — 204,5
VII. ♂	63	50	550,0	639,1 ± 28,4 598,4 — 670,7	177,3 ± 3,7 171,7 — 181,2	188,9 ± 2,1 185,8 — 190,7	272,8 270,1 — 277,4
VIII. ♂	66	40	820,0	1062,7 ± 47,8 991,0 — 1119,7	299,7 ± 6,5 288,6 — 304,2	306,8 ± 4,1 300,8 — 311,1	456,2 450,9 — 463,6
IX. ♂	74	32	880,0	1128,1 ± 24,1 1102,9 — 1163,7	302,5 ± 3,0 300,2 — 307,6	328,0 ± 3,7 322,7 — 331,9	497,6 494,4 — 503,0
VI. ♀	48	40	467,0	567,7 ± 33,8 512,8 — 599,0	175,2 ± 2,7 170,7 — 177,4	167,1 ± 3,5 165,5 — 173,2	225,4 221,8 — 227,9
VII. ♀	62	42	970,0	1109,7 ± 26,0 1080,1 — 1138,1	337,1 ± 6,7 325,4 — 341,2	334,1 ± 4,5 328,0 — 331,7	438,5 431,4 — 445,6
VIII. ♀	70	40	1180,0	1448,5 ± 35,8 1386,6 — 1478,9	399,2 ± 7,0 387,8 — 405,7	433,0 ± 6,1 425,3 — 440,3	616,3 604,9 — 621,8
IX. ♀	76	36	1140,0	1712,4 ± 24,2 1685,8 — 1742,7	428,8 ± 7,2 416,5 — 435,1	502,2 ± 8,5 492,7 — 511,4	781,4 770,7 — 789,4
Insgesamt I — IX. ♂	474			3993,8	1138,3	1177,5	1678,0
Insgesamt I — IX. ♀	481			5500,3	1548,4	1641,2	2310,7

(GERE, 1984), das Wachstum der *Hyphantria*-Raupen ist hingegen annähernd exponentiell (GERE, 1956b). Dies führt auch dazu, daß die untersuchten Schaben im Larvenzustand die erste Hälfte der zur Aufnahme kommenden Gesamtnahrung schon im 7. Larvenstadium konsumieren, zur gleichen Zeit verzehren die erwähnten Raupen erst im letzten Larvenstadium 62% ihrer Gesamtnahrung. Der Großteil der stoffbewegenden Tätigkeit der holometamorphen Insektenlarven konzentriert sich also in der Biozönose auf die letzte Phase der Larvenzeit, bei den epimorphen Insekten realisiert sich diese Rolle schon früher. Beachtenswert ist auch, daß die Weibchen der Schaben – ihrer Größe entsprechend – etwa um 38% mehr Nährstoff zu sich nehmen, als die Männchen.

Ein Teil der Tab. 2 zeigt die Proportionen der in drei Richtungen erfolgten Bewegung der Nährstoffe im Prozentsatz der aufgenommenen Nahrungsmenge. Hier ist vor allem die hohe Proportion des Einbaues (Produktion) beachtenswert. In den Körper der Tiere wird mehr als 1/4 der Nahrung eingebaut, fast soviel, als was ausgeschieden wird. Letzteres – der Tabelle nach 29,5–29,9 – ergab sich auf Grund der Aschenkontrolle gerechnet als 28,3%. Die beiden Werte konvergieren also gut. (In den Versuchen war der Aschengehalt von *Protecan* 4,95, der durchschnittliche Aschengehalt der Schaben und des während der ganzen

Tab. 2. Proportion des Stoffumsatzes von *Blaberus craniifer* und seine Nahrungsverbrauchsintensität

Larven- stadium	$\frac{P \times 100}{C}$	$\frac{FU \times 100}{C}$	$\frac{R \times 100}{C}$	$\frac{C \times 100}{G}$	$\frac{C \times 100}{G_d}$	$\frac{C}{G_d^2}$
I.	31,6	30,8	37,6	2,00	7,92	0,1446
II.	31,3	32,3	36,4	1,46	4,75	0,1144
III.	31,8	31,0	37,2	1,55	5,10	0,1572
IV.	31,7	30,7	37,6	1,30	4,00	0,1596
V.	31,2	30,9	37,9	1,42	4,31	0,2121
VI. ♂	30,0	29,7	40,3	1,29	3,86	0,2308
VII. ♂	27,7	29,6	42,7	0,77	2,20	0,1571
VIII. ♂	28,2	28,9	42,9	0,80	2,36	0,1929
IX. ♂	26,8	29,1	44,1	0,53	1,53	0,1440
VI. ♀	30,8	29,4	39,8	1,36	4,07	0,2434
VII. ♀	30,4	30,1	39,5	1,14	3,25	0,2375
VIII. ♀	27,5	29,9	42,6	0,78	2,98	0,2000
IX. ♀	25,0	29,3	45,7	0,59	1,71	0,1783
I – IX. ♂ im Durchschnitt*	28,5	29,5	42,0	–	–	–
I – IX. ♀ im Durchschnitt*	28,1	29,9	42,0	–	–	–

(\* Die Durchschnittswerte geben die prozentuellen Verhältnisse der sich auf das ganze Larvenstadium beziehenden Stoffumsatzmengen an.)

Larvenentwicklung produzierten Exkrementes 6,89 bzw. 11,07%.) Als Vergleich ist erwähnenswert zu bemerken, daß die oben erwähnten Raupen, die die Blätter von *Acer negundo* konsumiert haben, bis zum Erreichen ihres maximalen Gewichtes 13,2% des Trockengehaltes ihrer Nahrung in ihren Körper eingebaut haben, jedoch wenn wir diese Produktionsproportion auf die Zeitdauer bis zum Erreichen des Puppenstadiums rechnen, so erhalten wir nur 10,2%. Der Unterschied zwischen der Produktivität der Schaben und der Raupen kann – dem Anschein nach – nicht nur mit der Unterschiedlichkeit ihrer postembryonalen Entwicklung in Zusammenhang gebracht werden, sondern auch mit der Qualität der Nahrung. *Protecan* ist im Gegensatz zu den Blättern ein Nährstoff von sehr guter Qualität. Der Versuch beweist zugleich auch, daß die Produktionsleistung der Insekten bei wertvoller Nahrung hervorragend gut sein kann, was von praktischem Gesichtspunkt aus eine sehr beachtenswerte Erscheinung ist.

Die Proportion des Einbaues nimmt im Laufe der postembryonalen Entwicklung ab. Dies steht vielleicht damit in Zusammenhang, daß auch die relative Wachstumsgeschwindigkeit parallel in dieser Lebensphase abnimmt (GERE, 1984). Gleichzeitig nimmt auch die Proportion des Exkrementes (ausgeschiedene Stoffe) ab – in geringerem Maße als die vorhererwähnte – im Verhältnis zu der aufgenommenen Nahrung. Die Proportion der Respiration wächst hingegen allmählich zu. So entziehen die Tiere im Laufe ihrer Entwicklung durch das Verbrennen einen relative zunehmenden Stoffquotienten aus der organischen Stoffmenge der Biozönose und führen weniger der für die heterotrophen (transferenten; GERE, 1957b) Organismen unmittelbar verwertbaren 2 Stoffbahnen (P und FU) zu. Auch die gemeinsame Proportion des Exkrementes und der Respiration ist in der Funktion der Zeit von abnehmender Tendenz, was auch dadurch bewiesen wird, daß der Aschenstoffgehalt des Exkrementes der älter werdenden Larven allmählich zugenommen hat.) Im Exkrement der Larven im 3. Larvenstadium fanden wir nur noch einen 8,80%igen Aschenstoffgehalt.

Von der Tendenz der geschilderten Stoffumsatzverhältnisse scheint das 1. Larvenstadium und zum Teil auch das 2. Stadium eine Ausnahme zu bilden. Die Charakteristika der Produktivität sind zu dieser Zeit vielmehr die späteren Stadien, sie ähneln am besten den Eigenheiten des 4. Stadiums. Es ist anzunehmen, daß der Stoffumsatz der jungen Larven im Kreis der Insekten oft extrem ist, denn z. B. auch MYRCHA und STEJGWILLO – LAUDANSKA (1970) haben im 1. Larvenstadium von *Cicadella viridis* einen hervorragend lebhaften Metabolismus festgestellt.

Tab. 2 informiert uns auch über die im Prozentsatz der am selben Tag lebenden (G) und der getrockneten ( $G_d$ ) Körpermenge ausgedrückten Proportion der täglich aufgenommenen (in trockenem Stoff ausgedrückten) Nahrung (C) der Schaben. Diese sog. Verbrauchsintensität konnten wir unmittelbar nicht feststellen, da das tägliche Abwiegen der Körpermenge für die Tiere nachträglich gewesen wäre. Deshalb haben wir die zur Bestimmung nötigen Daten nach der folgenden Formel errechnet:

$$c_1 = \frac{c_s \left( 1 - \sqrt[n]{\frac{G_2}{G_1}} \right)}{1 - \sqrt[n]{\frac{G_2}{G_1}}}, \text{ wo}$$



- $G_1$  = die lebende Körpermenge des Tieres zu Beginn des Larvenstadiums,  
 $G_2$  = die lebende Körpermenge des Tieres am Ende des Larvenstadiums,  
 $C_s$  = die Menge der konsumierten Nahrung (in Trockenstoff) während des Larvenstadiums,  
 $n$  = die Zeitdauer des Larvenstadiums in Tagen,  
 $c_1$  = die Trockenmenge der konsumierten Nahrung am ersten Tag des Stadiums bedeutet.

Die Errechnung gibt in approximativem Wert die Menge der Konsumption des ersten Tages an, unter Voraussetzung dessen, daß der Verbrauch während des ganzen Larvenstadiums kontinuierlich ist und mit der aktuellen Tierkörpermenge in Proportion gestanden hat. Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß dies in der Wirklichkeit nicht so ist, da die Tiere während der Häutungsperiode nicht fressen und verhältnismäßig die meiste Nahrung zur Mitte des Larvenstadiums zu sich nehmen (GERE, 1956a). Von unserem Gesichtspunkt aus ist die Errechnung dennoch wertvoll, da sie es uns ermöglicht, die für das Larvenstadium charakteristische durchschnittliche Nahrungsverbrauchsintensität zu erkennen und in dieser Hinsicht die einzelnen Larvenstadien miteinander vergleichen zu können. Diese Durchschnittswerte der Intensität des Nahrungsverbrauches enthält die Tabelle.

Der Wert der Nahrungsverbrauchsintensität ist zu jedem Lebensalter ziemlich gering, was die lang dahinziehende postembryonale Entwicklung der Tiere und ihre kleine Beweglichkeit in entsprechender Weise auch begründen.

In Tab. 2. haben wir auch die zur Körperfläche ins Verhältnis gestellte Proportion des Nahrungsverbrauches angeführt. Dies haben wir auf Grund der fall-

weise vorhandenen trockenen Körpermenge mit Hilfe der Formel  $\frac{c}{\sqrt[3]{G_d^2}}$  errechnet.

Es ist allgemein bewußt, daß die Gestaltung des Nahrungsverbrauches der wachsenden Tiere mehrere Typen aufweisen kann. Die bisher bekannten Typen lassen sich in drei Hauptgruppen reihen. Der Stoffumsatz und der Nahrungsverbrauch der in die erste Gruppe gehörenden, unterschiedlich großen Individuen ändert sich — übrigens unter ähnlichen Umständen — mit der Menge des Körpers proportionell, die der zweiten Gruppe sind mit der Körperfläche proportionell, in die dritte Gruppe gehören hingegen solche Tiere, die in dieser Hinsicht zwischen die Mitglieder der vorangehenden beiden Gruppen gesetzt werden können (BERTALANFFY, 1942; ZEUTHEN, 1947; VAN DER DRIFT, 1950; GERE, 1956c usw.). Die Intensität des Nahrungsverbrauches der untersuchten Schaben gehört über 6 Larvenstadien in den 3. Typ. Demnach verlangsamt sich ihr Metabolismus derart, daß sie nicht nur im Vergleich zu ihrer Körpermenge, sondern auch zum Wachstum ihrer Körperfläche immer weniger fressen. Dies ist eine sonderbare Erscheinung, denn auf diese Weise zeigt während ihrer postembryonalen Entwicklung die Gestaltung ihres Stoffumsatzes eine eigenartige Richtungsänderung.

Trotzdem können wir sagen, daß im Metabolismus der (epimorphen) Schaben während der Entwicklung sich keine solchen radikalen Änderungen zeigen, die auf die holometamorphen Insekten charakteristisch sind. Die langsame Allmählichkeit ist ansonsten ein Charakteristikum der Epimorphose. Es gibt kein wesentlicher Unterschied zwischen den Eigenartigkeiten der Männchen und der Weibchen.

Die an einigen Individuen durchgeführten — hier ausführlicher nicht erörterten — informativen Untersuchungen zeigen, daß nach dem Abschluß des

Wachstums im Imagostadium — als der Produktionswert durch die Produktion der Geschlechtszellen abnimmt — auf Kosten der Proportion des Einbaues nicht die Ausscheidungsproportion, sondern die Verbrennungsproportion angewachsen ist.

Über den Wasser-, Lipid- und Stickstoffgehalt des Körpers der Schaben informiert uns Tab. 3. Da wir aus der Untersuchung von HILL und GOLDSWORTHY (1968, 1970) sowie TOBE und LOUGHTON (1969) wissen, daß die Zusammensetzung des Körpers der Insekten, insbesondere sein Fettgehalt sich auch innerhalb des Larvenstadiums gewissen periodischen Regeln nach verändert, haben wir die Larven stets im ersten Drittel des entsprechenden Stadiums einer analytischen Untersuchung unterzogen.

Der Wassergehalt der Tiere hat allmählich während ihrer ganzen Entwicklung abgenommen. Der durchschnittliche Wassergehalt der männlichen Larven beträgt 67,91%, der der Weibchen 67,78%. WESTLAKE (1963) hat in den Larven von *Chortippus* durchschnittlich einen Wassergehalt von 69,6% gefunden. Der in der letzten adulten Lebensphase eintretende, gesteigerte Wasserverlust ergibt sich voraussetzlich nicht oder nicht nur aus der Änderung des Wassergehaltes

Tabelle 3. Chemische Untersuchung von *Blaberus craniifer*. (Auf Grund von je 3 parallelen Messungen und der Untersuchung von 5–10 Tieren je Messung)

Larvenstadium	Wassergehalt	Gesamtlipidgehalt	Stickstoffgehalt
	im % der lebenden Körpermenge		
I.	74,59 ± 1,05	—	—
II.	69,30 ± 0,41	3,23 ± 0,12	3,18 ± 0,20
III.	69,64 ± 0,50	3,27 ± 0,28	3,15 ± 0,12
IV.	67,40 ± 0,72	3,29 ± 0,21	3,02 ± 0,35
V.	66,98 ± 0,69	3,73 ± 0,30	2,66 ± 0,09
VI. ♂	66,69 ± 0,47	4,45 ± 0,39	1,97 ± 0,17
VII. ♂	65,25 ± 0,77	4,07 ± 0,42	2,15 ± 0,24
VIII. ♂	66,11 ± 0,19	5,25 ± 0,63	1,89 ± 0,19
IX. ♂	65,21 ± 0,37	5,17 ± 0,08	2,14 ± 0,15
adult ♂ (jung)	65,32 ± 0,52	4,46 ± 0,52	3,14 ± 0,30
adult ♂ (alt)	61,89 ± 0,68	1,86 ± 0,17	—
VI. ♀	66,69 ± 0,40	3,60 ± 0,60	2,35 ± 0,15
VII. ♀	64,92 ± 0,81	3,47 ± 0,29	1,95 ± 0,21
VIII. ♀	65,07 ± 0,33	4,57 ± 0,33	1,90 ± 0,18
IX. ♀	65,47 ± 0,12	6,08 ± 0,45	2,13 ± 0,05
adult ♀ (jung)	64,67 ± 0,41	5,86 ± 0,57	2,94 ± 0,34
adult ♀ (alt)	56,80 ± 0,78	1,35 ± 0,21	—

der Gewebe während des Alterns, sondern auch daraus, daß unserer Beobachtung nach die metabolische Aktivität und die Menge der Wasseraufnahme gemeinsam abnehmen.

Der Gesamtlipidgehalt der Schabenlarven nimmt — im Gegensatz zu dem Wassergehalt — mit der Zeit allmählich zu. Es scheint, daß eine derartige Änderung des Fettgehaltes im Laufe des Lebens der epimorphen Insektenlarven, ferner die Änderung des Wasser- und Fettgehaltes von umgekehrter Proportion auch bei den sonstigen Insekten eine allgemeine Erscheinung ist. Dies unterstützen die Untersuchungen von BALOGH und GERE (1953), GERE (1964), GILBY (1965), JANDA jr. und SOCHA (1970), LIPSITZ und Mitarb. (1970), LIPSITZ und McFARLANE (1970) und von anderen. Nur GYLLENBERG (1969) berichtet darüber, daß in den Larven von *Chortippus* nicht nur die prozentmäßige Menge der Fettstoffe, sondern auch die des Wassers zunehmen.

Die Richtung der Änderung des Fettgehaltes bei den Imagines der Schaben verläuft im Vergleich zu den Larven in entgegengesetzter Richtung. In dieser Phase nehmen der Fett- und Wassergehalt parallel ab und hinsichtlich des Fettgehaltes bildet sich ein von dem früheren abweichender Geschlechtsdimorphismus aus. Während von den jüngeren Larven eher der Organismus der Männchen mehrere lipaide Stoffe enthält, gestaltet sich die Proportion bei den Imagines zu Gunsten der Weibchen, so daß die Änderung schon im letzten Larvenstadium eintritt. Wahrscheinlich ist dieser Charakter auch allgemein im Kreise der epimorphen Insekten. Unterstützt wird dies durch die obige Mitteilung von GYLLENBERG, LIPSITZ und McFARLANE sowie auch durch die Beobachtung von MUNSON und GOTTLIEB (1953) an adulten Individuen von *Periplaneta americana*.

Die größere Fettreserve der Weibchen wird zur Eibildung benötigt, ihr größter Teil wird in die Eier eingebaut. Dementsprechend ist der Fettgehalt der Eier sehr hoch, bei unseren Versuchstieren betrug er 14,8%. Die Männchen verwerten ihre Fettreserve während ihrer Lebensprozesse, jedoch verwenden sie daraus etwas weniger als die Weibchen.

Der im Fettgehalt bestehende Geschlechtsunterschied ist trotz des Gesagten nicht allzu groß und der Fettgehalt der Schaben zeigt — insbesondere im Verhältnis der einzelnen holometamorphen Insekten — in keinem einzelnen Stadium ihres Lebens auffallend hohe Werte. Der eine Grund hierfür liegt gewiß darin, daß es in ihrem Leben kein Entwicklungsstadium ohne Konsumption gibt, wofür sie einen Nährstoffvorrat in ihrem Organismus aus energiereichen (Fett-) Stoffen ausbilden müßten. Andererseits spielt darin auch eine Rolle, daß während bei einzelnen holometamorphen Insekten die Energie — zumindest in gewissen Phasen ihres Lebens — fast ausschließlich von Fettstoffen gedeckt wird (GERE, 1964), spielen im Stoffumsatz der epimorphen Insekten — dem Anschein nach — die Fette eine mit dem Glykogen gleichrangige oder im Vergleich dazu mehr untergeordnete Rolle (WEIS-FOGH, 1952; HILL und GOLDSWORTHY, 1970; WALKER und Mitarb., 1970 usw.).

Der Stickstoffgehalt von *Blaberus* nimmt — wie es in Tab. 3 zu sehen ist — bis zum 8. Larvenstadium langsam ab, wächst dann von neuem an und erreicht bis zum Beginn des adulten Alters fast das dem 2. Larvenstadium entsprechende Niveau. Das geringere Anwachsen des Stickstoff- bzw. Proteingehaltes — das auch GYLLENBERG (1969) wahrgenommen hat — steht mit der Entwicklung der Flugmuskeln in Zusammenhang (WIGGLESWORTH, 1965). Da im 1–8. Larvenstadium von *Blaberus* außer dem Wassergehalt auch der Prozentsatz der Proteine

stets geringer wird, die geringe Fettgehaltzunahme hingegen die relative Abnahme der beiden nicht ausgleicht, müssen wir voraussetzen, daß in diesem Alter das Glykogen im Organismus der Tiere sich stets in größerem Maße anhäuft.

Wie wir sehen ist die chemische Zusammensetzung der Schaben als von epimorphen Insekten vielmehr durch die schwachen, allmählichen Modifikationen, als durch rasche Veränderungen charakterisiert. Auch in diesem weichen sie grundlegend von den holometamorphen Insekten ab.

#### SCHRIFTTUM

1. BALOGH, J. & GERE, G. (1953): Über die Ernährungsbiologie und Luftstickstoffbindung der Hyphantria-Raupen. — Acta Biol. Acad. Sci. Hung., 4: 431–452.
2. BEIER, M. (1961): Blattopteroidea, Blattodea. In: Bronns, H. G.: Klassen und Ordnungen des Tierreichs. V. Band, III. Abt. — Akad. Verlagsges. Geest und Portig, Leipzig: 587–848.
3. BERTALANFFY, L. (1942): Theoretische Biologie II. — Borntraeger Verl., Berlin, Zehlendorf: 1–362.
4. DRIFT, J. VAN DER, (1950): Analysis of the animal community in a beech forest floor. — Ponsen and Looijen, Wageningen: 1–168.
5. EDWARDS, C. A., REICHLE, D. E. & CROSSLEY, D. A. jr. (1970): The role of soil invertebrates in turnover of organic matter and nutrients. — Springer Verl., Berlin: 1–172.
6. GERE, G. (1956a): A Hyphantria cunea Drury hernyók tápanyagfogyasztásának mennyisége a testnagyságukhoz viszonyítva. (Der mengenmäßige Nährstoffverbrauch der Raupen von Hyphantria cunea Drury im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht.) — Ann. Inst. Prot. Plant. Hung., 7: 103–112.
7. GERE, G. (1956b): Investigations into the laws governing the growth of Hyphantria cunea Drury caterpillars. — Acta Biol. Acad. Sci. Hung., 7: 43–52.
8. GERE, G. (1956c): The examination of the feeding biology and the humificative function of Diplopoda and Isopoda. — Acta Biol. Acad. Sci. Hung., 6: 257–271.
9. GERE, G. (1957a): Untersuchung über den Energieumsatz der Raupen der Hyphantria cunea Drury. — Acta Zool. Acad. Sci. Hung., 3: 89–105.
10. GERE, G. (1957b): Productive biologic grouping of organisms and their role in ecological communities. — Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol., 1: 61–69.
11. GERE, G. (1964): Change of weight, lipid and water content of Lymantria dispar L. with special regard to the chemical and energetic changes during insect metamorphosis and imaginal life. — Acta Zool. Acad. Sci. Hung., 15: 139–170.
12. GERE, G. (1979): Ökologisch-produktionsbiologische Typen in der Tierwelt. — Opusc. Zool. Budapest, 16: 77–85.
13. GERE, G. (1980): Examination of the growth of Blaberus craniifer Burm. (Blattidea). — Opusc. Zool. Budapest, 19–20.
14. GILBY, A. R. (1965): Lipids and their metabolism in insects. — Ann. Rev. Entomol., 10: 141–160.
15. GYLLENBERG, G. (1969): The energy flow through a Chorthippus parallelus (Zett.) (Orthoptera) population on a meadow in Tvärminne, Finland. — Acta Zool. Fenn., 123: 3–75.
16. HILL, L. & GOLDSWORTHY, G. J. (1968): Growth, feeding activity, and the utilization of reserves in larvae of Locusta. — J. Insect Physiol., 14: 1085–1098.
17. HILL, L. & GOLDSWORTHY, G. J. (1970): The utilization of reserves during starvation of larvae of the migratory locust. — Comp. Biochem. Physiol. 36: 61–70.
18. JANDA, V. jr. & SOCHA, R. (1970): Umsatz und Transport der Nährstoffe bei Dixippus morosus in Zusammenhang mit Wachstum und Metamorphose. — J. Insect. Physiol., 16: 2051–2062.

19. LAFON, M. (1951): Essais sur l'alimentation d'un insecte: *Blatta orientalis* L. I. Données quantitatives sur la nutrition azotée. — *Physiol. Comp. Oecol. den Haag*, 2: 224–240.
20. LIPSITZ, E. Y. & MCFARLANE, J. E. (1970): Total lipid and phospholipid during the life cycle of the house cricket, *Acheta domesticus* (L.). — *Comp. Biochem. Physiol.*, 34: 699–705.
21. LIPSITZ, E. Y., MCFARLANE, J. E. & HENNEBERRY, G. O. (1970): Developmental changes in the fatty acid composition of the larval lipid of the house cricket, *Acheta domesticus* (L.). — *Can. J. Biochem.*, 48: 264–268.
22. MUNSON, S. C. & GOTTLIEB, M. J. (1953): The differences between male and female American roaches in total lipid content and in susceptibility to DDT. — *J. Econ. Ent.*, 46: 789–802.
23. MARCHA, A. & STEJGWILLO—LAUDANSKA, B. (1970): Metabolism of the sucking insect *Cicadella viridis* L. (Homoptera, Auchenorrhyncha). — *Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol.*, 18: 197–199.
24. NORRIS, M. J. (1960): Group effects on feeding in adult males locust, *Schistocera gregaria* (Forsk.). — *Bull. Ent. Res.*, 51: 731–753.
25. REICHLE, D. E. (1968): Relation of body size to food intake, oxygen consumption, and trace element metabolism in forest floor arthropods. — *Ecology*, 49: 538–542.
26. TOBE, S. S. & LOUGHTON, B. G. (1969): An autoradiographic study haemolymph protein uptake by tissues of the fifth instar Locust. — *J. Insect Physiol.*, 15: 1411–1419.
27. VAN HOOK, R. J. jr. (1971): Energy and nutrient dynamics of spider and orthopteran populations in a grassland ecosystem. — *Ecol. Monogr.*, 41: 1–26.
28. WALKER, P. R., HILL, L. & BAILEY, E. (1970): Feeding activity, respiration, and lipid and carbohydrate content of the male desert Locust during adult development. — *J. Insect Physiol.*, 16: 1001–1015.
29. WEIS—FOGH, T. (1952): Fat combustion and metabolic rate of flying locust (*Schistocera gregaria* Forskal). — *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 237: 1–36.
30. WESTLAKE, D. F. (1963): Comparisons of plant productivity. — *Biol. Rev. Cambridge*, 38: 385–425.
31. WIEGERT, R. G. & EVANS, F. C. (1967): Investigations of secondary productivity in grasslands. In: Petrusiewicz, K.: Secondary productivity of terrestrial ecosystems. (Principles and methods). — *Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, Krakow*: 499–518.
32. WIGGLESWORTH, V. B. (1965): The principles of insect physiology, 6th. edn. — *Methuen and Co. London*: 1–741.
33. WYNIGER, R. (1974): Insectenzucht. (Methoden der Zucht und Haltung von Insekten und Milben im Laboratorium.) — *Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart*: 1–368.
34. ZEUTHEN, E. (1947): Body size and metabolism. — *Comp. Rend. Lab. Carlsberg, Ser. Chim.*, 26: 17–161.

# **Taxonomische und ökologische Untersuchungen der Plankton-Rotatorien im westlichen Teil des Velenceer Sees, II.**

Von

G. KERTÉSZ und B. CZEGLÉDY\*

**Abstract.** The authors give an account of their investigations on the Rotatoria plankton of western part of the Lake Velence in Hungary.

## **Auswertung der quantitativen und qualitativen Ergebnisse des Rotatoria-Planktons**

Die Auswertung der Rotatoria-Fauna des Untersuchungsmaterials erörtern wir in zwei Annäherungen. Zuerst werden die im Laufe der Untersuchungsperiode konstatierten quantitativen und qualitativen Abweichungen und Ähnlichkeiten der Fauna der Sammelplätze ausgewertet. Der andere Gesichtspunkt ist die Auswertung der räumlichen Änderungen der ganzen Region zu je einem gegebenen Zeitpunkt. Von der Mitteilung der den Grund der Auswertung dienenden Tabellen mit den qualitativen und quantitativen Daten nehmen wir Abstand. In unserer Beschreibung charakterisieren wir aber von diesen hervorgehoben die dominanten Arten, ihre Individuenzahlen bzw. ihre prozentuale Häufigkeit. Es kann jedoch dazu kommen, daß diese Tabellen im Rahmen eines kurzen Aufsatzes auch eigens publiziert werden.

## **Die Fauna und ökologischen Verhältnisse der Sammelstellen**

### *Kerék-vizek*

Eine verhältnismäßig geschlossene, vom See her nur durch den Kuti-csapás (Wasserpfad) erreichbare Probeentnahmestelle. Im Juli ist *Brachionus angularis* mit den Häufigkeitswerten 79,5%, 41,2% und 54,1% die dominante Art des Rotatoria-Planktons. Im August gelang es uns sie nicht nachzuweisen, im Material der späteren Probeentnahmen ist ihre Individuenzahl sehr

\* Dr. György Kertész und Beatrix Czeglédy, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Lehrstuhl für Tiersystematik und Ökologie der Eötvös-Loránd-Universität), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

gering. In der Verringerung der Individuenzahl von *Brachionus angularis* spielt mit großer Wahrscheinlichkeit die chemische Änderung des Wassers eine Rolle. Anlässlich einer Probeentnahme (10. X.) war die dominante Art des Planktons mit 76,7%iger Häufigkeit (1964 Ind./10 l) *Anuraeopsis fissa*. Die an den übrigen Sammelstellen eine viel größere Individuenzahl zeigenden Arten *Keratella cochlearis* (256 Ind./10 l), *Pedalia mira* (28 Ind./10 l) sowie *Polyarthra vulgaris* (300 Ind./10 l) sind von dieser Probeentnahmestelle in wesentlich geringerer Individuenzahl zum Vorschein gekommen.

Aus dem Plankton der Kerék-vizek gelang es uns mit Ausnahme der Bdelloidea insgesamt 24 Arten nachzuweisen. Im Laufe der Probeentnahmen war die höchste Artenzahl 14, die niedrigste 3. Die Zahl der Arten nimmt vom 19. VII. mit dem Ansteigen der Temperatur des Wassers ab, erreicht sodann bis zum 10. IX. wiederum das Maximum. Das Erscheinen des bei dem Ansteigen der Temperatur festgestellten Schwefelwasserstoffes ist offenkundig ein bedeutender selektierender Faktor. Bei der Klassifizierung der Arten je nach ihren Merkmalen stellt sich heraus, daß ihrer Artenzahl nach zwar die tychoplanktischen Arten dominieren (52%), jedoch sind sie infolge ihrer kleinen Individuenzahl nur begleitende Arten der Fauna. Die Individuenzahl der in geringerer Artenzahl (48%) vorhandenen euplanktischen Arten ist groß. Von ihren Repräsentanten kommen die dominanten Arten des Planktons hervor. Das Vorhandensein der tychoplanktischen Arten im Plankton läßt sich mit der Wirkung des Windes erklären.

#### *Kuti-csapás*

An dem verhältnismäßig schmalen, künstlich ausgebildeten Wasserpfad haben wir siebenmal Proben entnommen. An der qualitativen Zusammensetzung des Rotatoria-Planktons ist die Wirkung des den künstlichen Wasserpfad säumenden Röhrichtes festzustellen. 57% der nachgewiesenen Arten ist tychoplanktisch und besonders viele Arten gehören in die Gattung-*Lecane*. Von den aus dem Velencer See eingeholten, in die Gattung-*Lecane* gehörenden 14 Arten sind an dieser Probeentnahmestelle 8 vorgekommen. Die Individuenzahl der tychoplanktischen Arten ist hier niedrig, eine Ausnahme bildet nur die fallweise höhere Individuenzahl (6. VII. 240 Ind./10 l) der Bdelloidea-Arten.

Die dominante euplanktische Art des Planktons im Juli ist auch im Kuti-Wasserpfad *Brachionus angularis* (57%, 79,2%). Im August nimmt ihren Platz – zwar mit niedrigeren Werten – *Pedalia mira* über (31,3%). Die das Plankton der großen offenen Wasserflächen des Velencer Sees im allgemeinen dominierende Art *Keratella cochlearis* wird hier nur im Oktober dominant. Übrigens erscheint sie nicht oder nur als begleitende Art. Schon hier kann der Begleitcharakter von *Polyarthra vulgaris* beobachtet werden. Ihre prozentuale Häufigkeit kann auch an sonstigen Sammelstellen des Sees festgestellt werden, ihren verhältnismäßig niedrigen (10%) Häufigkeitswert übertrifft sie auch hier nicht. Das Anwachsen der prozentualen Häufigkeit von *Anuraeopsis fissa* zeigt mit der Abnahme von *Brachionus angularis* einen Zusammenhang. Im Laufe der Untersuchungsperiode ist die Artenzahl ziemlich ausgeglichen (8–13).

Der Kuti-Wasserpfad diente auch hier mit Überraschungen. Hier haben wir *Brachionus quadridentatus brevispinus* (17. VII.) vorgefunden, der bisher aus dem Velencer See nicht nachgewiesen werden konnte. Wir müssen das Vorhandensein von zwei, in die Gattung *Lecane* gehörenden Arten hervorheben. Von diesen an erster Stelle *Lecane opias*, die wir in der am 10. September entnom-

menen Probe gefunden haben. Die erste heimische Fundstelle dieser für unsere Fauna neuen Art ist der Velenceer See. *Lecane galeata* ist gleichfalls aus der Probe am 10. September zum Vorschein gekommen. Sie ist für die Fauna des Velencer Sees neu und in Ungarn bisher nur von zwei Stellen bekannt (MEGYERI, 1965; BANCSEI, 1971).

### Hináros

Von den fünf, die größte Individuenzahl aufweisenden Arten steht *Anuraeopsis fissa* allein, die im Laufe der Untersuchungsperiode in keinem einzigen Fall dominant war. Anfang Juli und Ende August ist *Pedalia mira* das dominante Mitglied des Planktons (60 Ind./10 l; 400 Ind./10 l). Sie ist eine warmstenotherme Art, jedoch am 7. VIII., als die Wassertemperatur die höchste war (24 °C), ist sie im Plankton nicht erschienen. Von der zweiten Hälfte des Monats Juli wurde – wie auch in den bisher erörterten Biotopen – *Brachionus angularis* (43%) das dominante Mitglied des Rotatoria-Planktons. Eine intermediäre Probeentnahme (24. VII.) abgerechnet, behält sie auch die Mitte bis Mitte August ihren dominanten Charakter (72,2%, 35,8%). In der erwähnten Probe vom 24. VII. war *Polyarthra vulgaris* mit der größten Individuenzahl vertreten (188 Ind./10 l).

Von dieser Probeentnahmestelle gelang es uns insgesamt 28 Arten nachzuweisen. Die Zahl der in den einzelnen Proben vorgekommenen Arten wechselt zwischen 6–16. Die Änderung der Artenzahl folgt auch hier der Änderung der Wassertemperatur. Eine starke Erwärmung (7. VIII., 16. VIII.) bzw. Abkühlung (10. X.) hatte eine bedeutende Abnahme der Artenzahl zur Folge. Die niedrige Artenzahl vom 16. VIII. sowie ihre niedrige Individuenzahl wird auch durch das Maximum des gelösten Sauerstoffgehaltes des Wassers bzw. durch die Verminderung des pH-Wertes zu 7,55 erklärt. Die Sammelstelle Hináros ist der erste Platz, wo die Proportion der euplanktischen Arten größer ist, als die der tychoplanktischen (57%; 43%), gleichzeitig ist auch ihre Individuenzahl hoch. Die Individuenzahl der in geringerer Proportion vorkommenden tychoplanktischen Arten ist gleichfalls niedrig, weshalb sie nur begleitende Arten des Rotatoria-Planktons sind. Die einzige mit größerer Individuenzahl vorkommende tychoplanktische Art ist *Lophocharis oxystronon*. Das Zunehmen der Proportion der euplanktischen Arten und die niedrige Individuenzahl der tychoplanktischen Arten kann damit erklärt werden, daß die Sammelstelle Hináros schon eine verhältnismäßig große offene Wasserfläche ist. Zur Einströmung der tychoplanktischen Arten und zu ihrer Verbreitung im Plankton besteht nur eine kleinere Möglichkeit.

### Német-tisztás

Das Faunenbild dieser Sammelstelle ähnelt auf Grund der dominanten Arten an das Faunenbild des Hináros. Von der zweiten Hälfte des Monats Juli bis Mitte August ist *Brachionus angularis* (25,4%–73,7%) dominant. Am 24. VII. – wie bei Hináros – herrscht *Polyarthra vulgaris* (20,7%) vor, die Ende August von *Pedalia mira* (41,8%) abgelöst wird. Im September–Oktober dominiert schon *Keratella cochlearis* (46,8%, 88,6%). Von dieser Sammelstelle sind insgesamt 33 Arten zum Vorschein gekommen, die Artenzahl ist in der Untersuchungsperiode ausgeglichen (11–18). 51% der Arten ist euplanktisch, die Individuenzahl der fast gleiche Proportion zeigenden tychoplanktischen Arten (430 Ind./10 l) ist jedoch unverhältnismäßig geringer.



Von der Sammelstelle Némét-tisztás ist aus der am 10. IX. entnommenen Probe die für die Fauna neue Art *Lecane inermis* hervorgekommen. Ihr erster Fundort in Ungarn ist der Velenceer See. Die Art haben wir zuerst aus dem Wasser des Némét-lápszem (Moorauge), in der am 7. VIII. entnommenen Probe gefunden.

#### Szarvas-főle

Die Gestaltung der dominanten Arten zeigt ein interessantes Bild. Am Anfang des Monats Juli ist im Plankton am häufigsten *Polyarthra vulgaris* (34,3%) anzutreffen, jedoch wird anlässlich weiterer zwei Probeentnahmen im Juli *Brachionus angularis* (25,0%, 24,4%) dominant. Von den seichten Gewässern den tieferen zu nimmt der Prozentsatz dieser Art ab. Von der Mitte des Monats Juli war *Keratella cochlearis* am häufigsten vorhanden und bewahrt ihre führende Rolle durchgehend (24,3% – 83%). Sie erreicht ihre höchste Individuenzahl am Ende des Sommers und im Frühherbst, als das Wasser allmählich kühl zu werden beginnt. *Anuraeopsis fissa* und *Polyarthra vulgaris* erscheinen nur als Begleitarten. Die Zahl der aus dem Plankton der Sammelstelle Szarvas-főle nachgewiesenen Arten beträgt 28. Von diesen sind 65% euplanktisch und nur 35% tychoplanktisch.

Die Zahl der das Rotatoria-Plankton bildenden Arten ist sehr ausgeglichen (12 – 17). In zwei Fällen (6. VII; 24. VII.) hat die Artenzahl und auch die Individuenzahl in hohem Maße abgenommen. Die geringste Artenzahl und auch die niedrigste Individuenzahl waren am 24. VII. zu verzeichnen. Die Wirkung des fast stürmischen Windes kann nicht bezweifelt werden. Die Individuenzahl der tychoplanktischen Arten verringert sich wiederum mit dem weiteren Anwachsen der Wasserfläche proportionell, gleichzeitig nimmt die Individuenzahl der euplanktischen Arten sprunghaft zu.

#### Lángi-tisztás

Von den bisher erörterten Sammelstellen hat diese Wasserfläche die größte Tiefe. Im Rotatoria-Plankton war nur einmal, am 24. Juli *Brachionus angularis* (9,8%) dominant. Am 10. IX. war *Pedalia mira* (54%) die vorherrschende Art. Zugleich auch im ganzen untersuchten Gebiet ist zu dieser Zeit *Pedalia mira* die am massenhaftesten vorgekommene Art. Anlässlich der weiteren drei Probeentnahmen war die in den offenen Wasserflächen häufig vorkommende *Keratella cochlearis* die dominante Art (48,6%, 34,1%, 54%). Ihre Individuenzahl ist gleichfalls viel niedriger, als an den vorangehenden Probeentnahmestellen und dennoch ist sie neben der niedrigen Individuenzahl der übrigen Rotatoria-Arten hier im allgemeinen dominant.

Von dieser Wasserfläche gelang uns insgesamt 21 Rotatoria-Arten nachzuweisen. Die Artenzahl der einzelnen Planktonproben ist ziemlich ausgeglichen (im allgemeinen 13 – 14). Die größere Verminderung der Artenzahl kann auf das Ende der Vegetationsperiode gesetzt werden. Auch die Individuenzahlen zeigen eine hochgradige Ausgeglichenheit. Ihre Tendenz ist von Juli bis September ansteigend, sodann im Oktober am Ende der Vegetationsperiode auf den Einfluß der Abnahme der Wassertemperatur verringert sich die Artenzahl und auch die Individuenzahl. An der Sammelstelle Lángi-tisztás zeigen die größte Proportion die euplanktischen Arten (85%). Ihre Gesamtindividuenzahl ist aber geringer als an den vorher erörterten Probeentnahmestellen. Die Zahl der tychoplankt-

ischen Arten beträgt insgesamt nur 3, infolge der großen Ausdehnung der offenen Wasserfläche können sie nur bei großem Wind in das Plankton gelangen und ihre Anwesenheit ist tatsächlich nur exzeptionell.

### *Hosszú-tisztás*

Von sämtlichen Sammelstellen hat diese Wasserfläche die größte Ausdehnung, ihre Länge ist die mehrfache ihrer Breite. Ihre Wassertiefe ist die größte, sie erreicht die zwei Meter.

Auch hier ist das prozentmäßige Vorkommen der euplanktischen Arten wesentlich größer (71%), jedoch etwas niedriger, als in der Sammelstelle *Lángi-tisztás*. Dies ist dem Umstand zu verdanken, daß die *Hosszú-tisztás* schmaler ist und so können von dem schilfumsäumten Rand auf die Wirkung des fast ständigen Windes die tychoplanktischen Arten leicht hineingespült werden. Die Individuenzahl der euplanktischen Arten ist im Vergleich zu der der *Lángi-tisztás* etwas die Hälfte. Der Prozentsatz der tychoplanktischen Arten wuchs hingegen etwa auf das Doppelte an. Die Zunahme der Gesamtindividuenzahl ist mehr als das Dreifache.

Von der Probeentnahmestelle sind 21 Arten zum Vorschein gekommen. Im Laufe der Untersuchungsperiode ist die Artenzahl meist ausgeglichen (9). Die Änderung der Witterung kann an der Änderung der Individuenzahl der Arten gut verfolgt werden, sie zeigt bis Mitte August eine zunehmende Tendenz und wird durch das Ende der Vegetationsperiode verringert. Im Juli spielen die zwei Arten *Polyarthra vulgaris* (41,3%) und *Brachionus angularis* (44,8%) eine dominierende Rolle. Die Individuenzahl von *Brachionus angularis* ist aber trotz ihrer großen prozentualen Häufigkeit niedrig. Anfang August nimmt wieder *Polyarthra vulgaris* mit 25,5% die führende Rolle über, jedoch von Mitte August an wird *Keratella cochlearis* dominant. Die Gesamtindividuenzahl der im Plankton so lange vorherrschenden *Keratella cochlearis* ist dennoch hier am niedrigsten unter den Probeentnahmestellen. *Anuraeopsis fissa* und *Pedalia mira* bilden an dieser Probeentnahmestelle unbedeutende begleitende Arten dar.

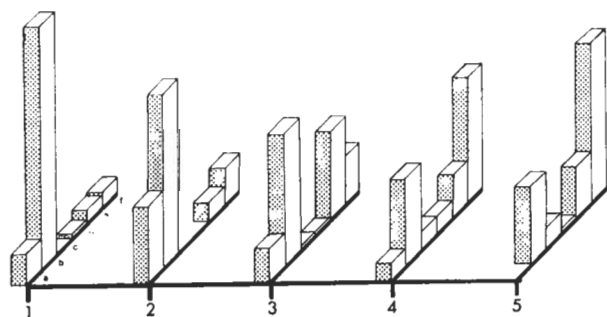
### Räumliche Verteilung des Rotatoria-Planktons

Die Auswertung der räumlichen Verteilung des Rotatoria-Planktons wünschen wir mit Säulendiagrammen zu veranschaulichen. Aus den anlässlich der hervorgehobenen Sammelzeitpunkten gewonnenen Daten haben wir je nach Sammelstelle den prozentualen Häufigkeitswert der dominanten Arten in folgender Reihenfolge angeführt: *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Keratella cochlearis*, *Pedalia mira*, *Polyarthra vulgaris* und sonstige.

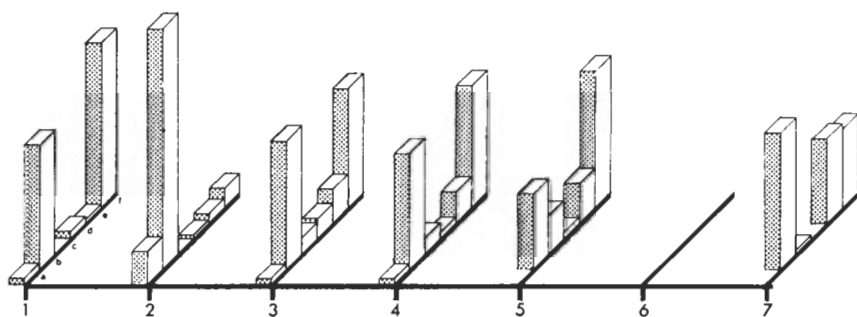
Auf Grund der Säulendiagramme kann festgestellt werden, daß die Mosaikartigkeit den großen, offenen Wasserflächen zu tatsächlich verblaßt und sich mit dem Charakter der hervorgehobenen dominanten Arten gut charakterisieren läßt. Auf Grund der beigefügten Säulendiagramme können die folgenden Feststellungen gemacht werden.

Die durchschnittliche Individuenzahl von *Anuraeopsis fissa* (Säule a) je nach 10 l bleibt im großen Teil der Untersuchungsperiode unter 100 Ind./10 l. Diesen Wert übertrifft sie bloß in zwei Fällen (17. VII. 118 Ind./10 l; 10. X. 214 Ind./10 l). Die Zunahme der Individuenzahl von *Anuraeopsis fissa* fällt meistens mit der Verringerung der durchschnittlichen Individuenzahl von *Brachionus*

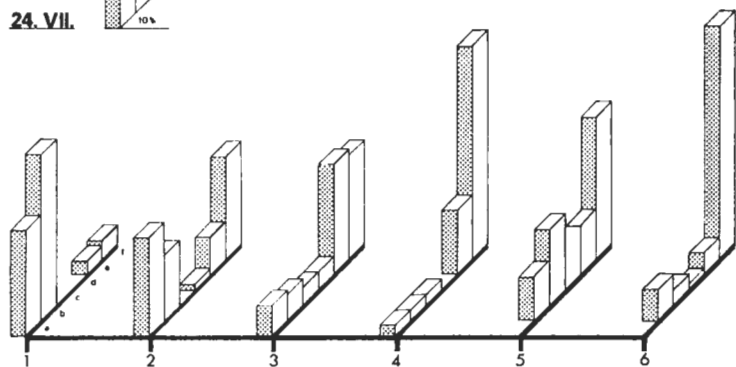
17. VII.



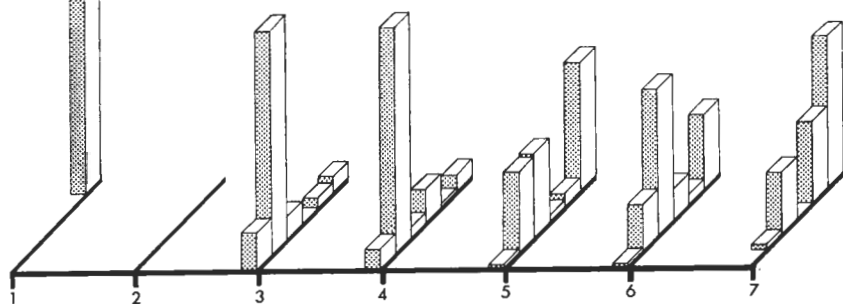
19. VII.



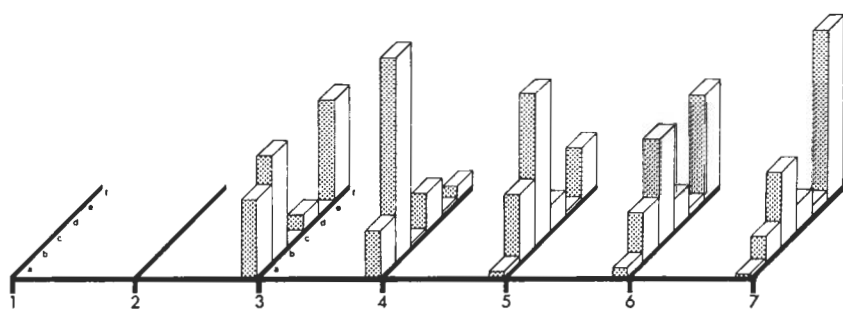
24. VII.



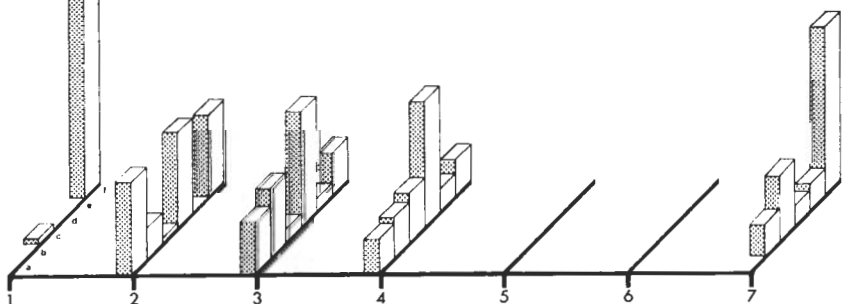
07.VIII.

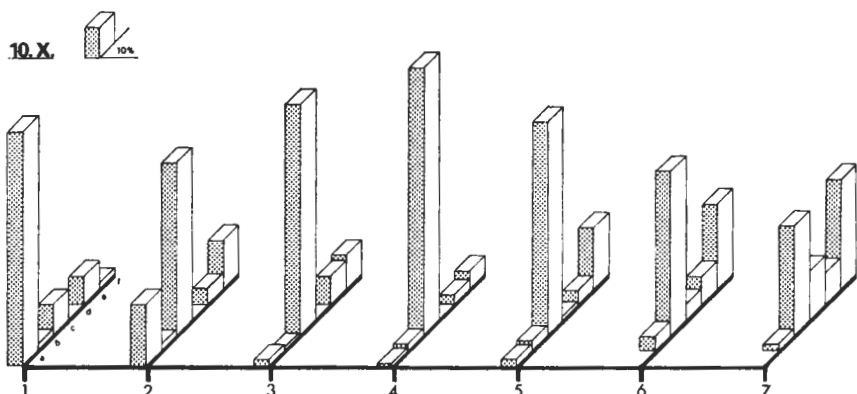
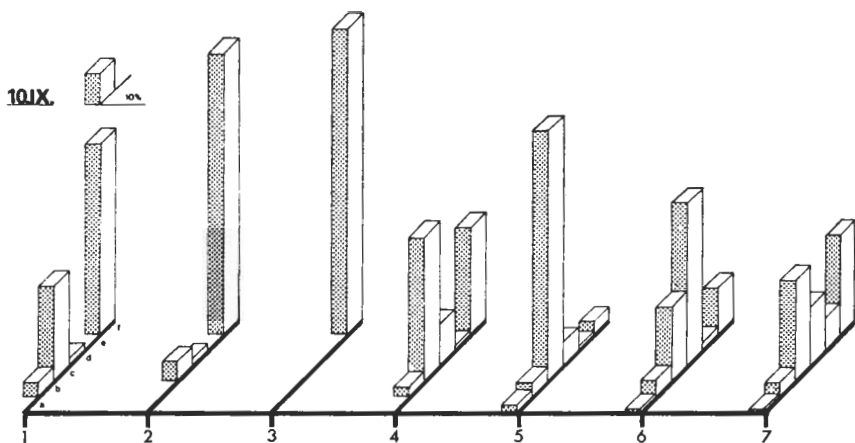


16.VIII.



21.VIII.





*angularis* überein. Der Prozentsatz dieser Art im Plankton zeigt von der Sammelstelle Hosszú-tisztás den Kerék-vizek zu, also von den größeren und tieferen her zu den kleineren und seichten Gewässern eine Zunahme.

Die prozentuale Teilnahme von *Brachionus angularis* (Säule b) steigt im Rotatoria-Plankton den seichten Gewässern zu an. Dies scheint die Feststellung von DADAY (1892) zu bestätigen, wonach diese Art vor allem in den seichten Gewässern massenhaft vorkommt. Von Anfang Juli wächst sprunghaft die Individuenzahl an, sodann wird sie durch einen stürmischen Wetterumschlag (auf den 24. VII.) stark verringert. Bis Mitte August ist sie wieder zahlenmäßig im Anwachsen. Ende August kommt sie nach einem plötzlichen Individuenzahlenrückgang selten vor.

Die zweitgrößte Individuenzahl zeigt die Art *Keratella cochlearis* an. Die Tendenz der Gestaltung ihrer Individuenzahl ähnelt im Anfang der von *Brachionus angularis*, jedoch nimmt sie im September zu und erreicht im Oktober das

Maximum in der Untersuchungsperiode. Zu dieser Zeit ist *Brachionus angularis* fast völlig verschwunden. Ihre größte Individuenzahl zeigt von den Probeentnahmestellen am 10. IX. Szarvas-föle (2164 Ind./10 l). Die prozentuale Teilnahme der Art in Betracht genommen, kann festgestellt werden, daß sie in den größeren offenen Wasserflächen sowie im kühleren Wasser dominant ist (Säule c). Die prozentuale Verteilung von *Keratella cochlearis* zeigt ein sehr interessantes Bild. Sie kommt im größten Prozentsatz an der Fundstelle Szarvas-föle vor (53,4%). Dieses Gebiet nimmt zwischen den kleineren, geschlossenen und den größeren, offenen Wasserflächen eine intermediäre Lage ein. Ihr Übergangscharakter setzt sich auch in wasserchemischen Relationen durch.

Die Häufigkeitskurve von *Pedalia mira* (Säule d) in der Region zeigt im Juli geringe und im September hohe Werte. Mit größter (25,2%) Häufigkeit kommt sie an der Fundstelle Lángi-tisztás vor. Die Erscheinung, daß in den provisorischen Wasserflächen, an der Fundstelle Szarvas-föle das Zuwachsen ihrer Individuenzahl plötzlich innehält, macht eine weitere, eingehende Untersuchung notwendig.

Die prozentuale Häufigkeit von *Polyarthra vulgaris* (Säule e) wächst vom Lángi-tisztás bis zum Hináros an (5,2–15%), ist an der Fundstelle Kuti-csapás niedrig (4,4%), wird hingegen in Kerék-víz wieder höher (5,3%). Diese Erscheinung trat auch bei *Brachionus angularis* auf. Hináros weist die größte Individuenzahl auf. Ihr Vorkommen ist — mit Ausnahme des Tages 17. VII. — dennoch nur vom Charakter einer Begleitart.

Der Prozentsatz der tychoplanktischen Arten nimmt den kleineren, offenen Wasserflächen zu an. Sie werden von den benachbarten Röchrichten leichter hineingerissen und so sind sie im Rotatoria-Plankton häufiger anzutreffen. Ihre Individuenzahl ist aber niedrig und sie bilden im Plankton eigentlich nur begleitende Arten. Von den tychoplanktischen Arten kommen die in die Gattung *Lecane* gehörenden am häufigsten, jedoch in geringer Individuenzahl vor. Die Proportion der euplanktischen Arten nimmt vom Hináros bis zum Hosszú-tisztás derart zu, daß die Individuenzahl dieser Arten an der Fundstelle Szarvas-föle die höchste ist. Von hier nimmt sie in beiden Richtungen ab. Die Individuenzahl der euplanktischen Arten herrschen im Plankton im allgemeinen vor.

In der Reihe der Säulendiagramme stellten wir an letzter Stelle die prozentuale Teilnahme der im Rotatoria-Plankton gefundenen sonstigen Arten (Säule f). Da diese nicht nur die euplanktischen, sondern fallweise auch die tychoplanktischen Arten mit höherer Individuenzahl enthält, gehen wir auf ihre ausführliche Auswertung in der vorliegenden Arbeit nicht ein. Soviel soll aber bemerkt werden, daß das Hervorheben der dominanten Arten gerade durch die Häufigkeitsdaten des Vorkommens der sonstigen Arten ermöglicht wurde.

### Mooraugen als eigenartige Biotope

Im Rotatoria-Plankton der Mooraugen — als ganz kleinen Wasserflächen — ist der Prozentsatz der euplanktischen Arten niedrig. Die Proportion der tychoplanktischen Arten ist höher, was einerseits der Vegetation des Wassersaumes zu verdanken ist. An den Probeentnahmestellen der offenen Wasserflächen ist das Vorkommen der häufigsten euplanktischen Arten also hier eigenartig.

### *Moorauge auf dem Schwimmoor neben dem Kuti-csapás*

Aus den entnommenen Proben gelang es insgesamt 18 Arten nachzuweisen. Die Zahl der in den einzelnen Proben vorkommenden Arten ist niedrig, schwankt zwischen 0–6, der Durchschnittswert der Gesamtindividuenzahl beträgt 27 Ind./10 l. Es sind mit 76% tychoplanktische Arten zum Vorschein gekommen und auch der Individuenzahl nach dominieren diese Arten. Die größte durchschnittliche Individuenzahl (56 Ind./10 l) und auch ihre prozentuale Häufigkeit (30%) zeigten die Bdelloidea. In verhältnismäßig großer Individuenzahl kamen noch *Lepadella ovalis* (24 Ind./10 l) und *Lepadella patella* (20 Ind./10 l) vor. Von den tychoplanktischen Arten ist noch *Colurella adriatica* eigens zu erwähnen, die nur an dieser Probeentnahmestelle angetroffen wurde.

*Lecane flexilis* und *Lecane furcata* sind für die Fauna des Velenceer Sees neu. Von *Lecane furcata* stellt dies die dritte Fundstelle in Ungarn dar, bisher wurde sie von VARGA (1944/45) nur aus dem Kleinen Balaton und von BANCSE (1971) aus dem Überschwemmungsgebiet des Bodroglusses nachgewiesen.

Die eigentümlichste Art während der ganzen Untersuchungsperiode war *Lecane undulata*. Bisher konnte sie nicht nur in Ungarn, sondern – unseres Wissens – auch in ganz Europa nicht vorgefunden werden. Von dieser Probeentnahmestelle haben wir sie in einem Falle (7. VIII.) eingeholt, jedoch ist sie auch aus dem Moorauge neben der Fundstelle Némét-tisztás (24. VII., 7. VIII.) zum Vorschein gekommen.

### *Moorauge auf dem Schwimmoor am südwestlichen Rand des Némét-tisztás*

Die tychoplanktischen Arten sind nicht nur auf Grund der Art (66%), sondern auch der Individuenzahl nach häufiger anzutreffen. Dominant sind auch hier die Bdelloidea (448 Ind./10 l), die euplanktische *Keratella cochlearis* 376 Ind./10 l, *Lecane luna* 252 Ind./10 l, *Lecane lunaris* 356 Ind./10 l und *Lophocharis salpina* 280 Ind./10 l.

Merkwürdig ist die Dominanz von *Keratella cochlearis*. Das Vorkommen dieser Art scheint hier in einer derart hohen Individuenzahl die auf Grund der chemischen Untersuchungen gezogenen Schlüsse zu beweisen. Demnach ist das Moorauge hier kein selbständiger Biotop. Es steht mit dem Wasser des Némét-tisztás unter dem Schwimmoor kontinuierlich in Verbindung so ist die Möglichkeit des Hierhergelangens der im Rotatoria-Plankton vorherrschenden euplanktischen Arten gesichert. Im Laufe der Untersuchungsperiode haben wir hier 39 Arten gefunden. Die durchschnittliche Individuenzahl ist viel höher als im anderen Moorauge. Der Grund hierfür liegt zum Teil in der Verbindung mit der offenen Wasserfläche, zum Teil im mit dem reicheren Pflanzenbestand des Moorauges.

Auch von hier sind mehrere, für die Fauna des Velenceer Sees neue Rotatoria-Arten zum Vorschein gekommen. Solche sind *Euchlanis deflexa* (19. IX.) *Lecane arcuata* (16. VIII.) sowie *Rotatoria neptunia* (10. IX.). *Lecane arcuata* wurde in Ungarn bisher nur von BANCSE (1971) gefunden. *Lecane inermis* ist nicht nur für die Fauna des Velenceer Sees neu, sondern sie wurde, wie wir es schon bei der Untersuchung des Némét-tisztás erwähnt haben – unseres Wissens – in Ungarn bisher noch nicht nachgewiesen. Ihr Vorhandensein scheint durch die Verbindung des Némét-tisztás und des Moorauges belegt zu sein. *Lecane undulata*, die auch aus dem Kuti-Moorauge zum Vorschein gekommen ist, findet dem Anschein nach in den kleineren, speziellen Gewässern einen günstigen Biotop.

1. DADAY, J. (1891): Adatok Magyarország édesvízi mikroszkópos faunájának ismeretéhez. -- Természetr. füz., 14: 16–31.
2. DADAY, J. (1892): A mezősegi-tavak mikroszkópos állatvilága. — Természetr. füz., 15: 1–39.
3. DADAY, J. (1894): Adatok az alföldi szikes vizek mikrofaunájának ismeretéhez. — Math. és Term.-tud. Ért., 12: 11–13.
4. FISCHER, G. (1967): Limnofauna Europaea. — Stuttgart, 1–474.
5. GÁL, D. (1963): Das Leben der Tisza, XX. Die Zusammensetzung der Mikrofauna des Wassers der Tisza bei Szolnok. — Acta. Biol. Szeged, 9: 69–73.
6. KERTÉSZ, GY. (1960): Die Rotatorien des Péteri-Sees. Ann. Univ. Sci. Budapest, 243–251.
7. KERTÉSZ, GY. & CZEGLÉDY, B. (1985): Taxonomische und ökologische untersuchungen der Plankton-Rotatorien im Westlichen Teil des Velenceer Sees, I. — Opusc. Zool. Budapest, 19–20: 73–89.
8. MEGYERI, J. (1961): Összehasonlító hidrofaunisztikai vizsgálatok a Tisza holtágain. — Acta Acad. Ped. Szeged: 121–133.
9. MEGYERI, J. (1963): Vergleichende hydrofaunistische untersuchungen an zwei Natrongewässern. — Acta Biol. Nov. Ser. Acta Univ. Szeged, 9: 207–218.
10. MEGYERI, J. (1965): Adatok a Baláta-tó vízfajánájának ismeretéhez. — Acta Acad. Pedag. Szeged. 1: 105–114.
11. SEBESTYÉN, O. TÖRÖK, P. & VARGA, L. (1951): Mennyiségi plankton tanulmányok a Balatonon. — Ann. Biol. Tihany, 20: 69–125.
12. VARGA, L. (1926): A Fertő-tó kerekessérgei. — Archivum Balaticum, 1: 181–225.
13. VARGA, L. (1928): Adatok a szegedi tiszai kubikgyödrök limnológiájához, különös tekintettel azok kerekessérgei faunájára. — Acta Biol. Szeged: 55–76.
14. VARGA, L. (1931): Adatok az egyesült Kőrös két holtágának limnológiájához. — Magyar Biol. Kut. Int. Munk. Tihany, 4: 1–16.
15. VARGA, L. (1932): A Balaton pelágikus Rotatoriái. — Magyar Biol. Kut. Int. Munk. Tihany, 5: 51–63.
16. VARGA, L. (1936): Mohalakó kerekessérgek (Rotatoria) Kőszeg környékéről. — Vasi Szemle, 3: 381–389.
17. VARGA, L. (1937): A tihanyi Belső-tó kerekessérgei. — Magyar Biol. Kut. I. Oszt. Munk. Tihany, 9: 133–202.
18. VARGA, L. (1939): Adatok a Balaton kerekessérgei faunájának ismeretéhez. Az aszföldi nádas öböl kerekessérgei. — Magyar Biol. Kut. Int. Munk. Tihany, 11: 316–370.
19. VARGA, L. (1941): Adatok a Balaton-part Cladophora szövedékében élő állatok ismeretéhez. — Magyar Biol. Kut. Int. Munk. Tihany 13: 278–299.
20. VARGA, L. (1944/45): A Kis-Balaton nyári kerekessérgei. — MBK Munk. Pécs, 16: 36–102.
21. VARGA, L. (1953): Bátorliget kerekessérgei faunája. — In: Bátorliget élővilága. Budapest: 121–138.
22. VARGA, L. (1954): Die Rotatorien der Özbek-Quelle bei Diósjenő. — Acta Zool. Budapest: 1: 155–170.
23. VARGA, L. (1957): Az aszföldi Séd kerekessérgei (Rotatoria) és csillóshasú férgei (Gastrotricha). — Annal. Biol. Tihany. 24: 155–164.
24. VARGA, L. (1957): Rotatorien aus dem Garam-Flusse. — Opusc. Zool. Budapest, 2: 65–69.
25. VARGA, L. (1957): Újabb adatok a balatoni pszammon mikrofaunájának ismeretéhez. — Annal. Biol. Tihany, 24: 271–282.
26. VARGA, L. (1959): Die Rotatorien des Szelider Sees. — In: Die Binnengewässer Ungarns, Band I: 365–399.



## Bleiakkumulation bei zwei Diplopoden-Arten

Von

M. POBOZSNY\*

**Abstract.** In experiments carried out in cave laboratory and fields two diplopod species, very frequent in Hungary, were fed with litter of *Ulmus laevis* PALL., contaminated with lead. Diplopods accumulate lead in their body; tissues during 4 months of feeding experiments following lead accumulations could be established: *Chromatoiulus projectus* VERH. 0,08–0,11‰ and *Leptoiulus proximus* NEMEC 0,07–0,10‰.

Schwermetalle lassen sich in der Natur in verschiedener Menge überall nachweisen. Von einer Schwermetallbelastung kann nur dann gesprochen werden, wenn in einem gegebenen Substrat die Schwermetallkonzentration höher als die natürliche ist. Die anthropogenen Schwermetallverunreinigungen werden durch den Bergbau und deren verschiedene bearbeitungstechnologischen Immissionen in gasförmigem, flüssigem oder in festem Zustand in der Umgebung angetroffen. Um die anthropogenen Schwermetallverunreinigungen vermeiden bzw. beeinflussen zu können, muß das Vorkommen, die Eigenschaft und der Wirkungsmechanismus dieser Stoffe sowie deren Bewegung in der Ökosphäre und entlang der Nahrungskette erkannt werden.

Als Substratfresser nehmen die Vertreter der Bodenfauna zahlreiche schädliche Schwermetallstoffe auf, die durch die Nahrungskette auch in höhere Tiere und zuletzt auch in den Menschen gelangen können.

Eine der bekanntesten Verunreinigungsquellen von Schwermetallen ist die Immission der Kraftfahrzeuge. Die Abgase enthalten aus dem dem Benzin beigefügten Bleitetrametil Blei, bei Verbrauch von Motoröl und Reifenabnutzung wird Cadmium und Zink frei, während bei der Abnutzung von mechanischen Bestandteilen Nickel und Chrom der Umgebung übergeben wird (MARTIN u. COUGHTREY, 1982).

Zahlreiche Untersuchungen haben den Unterschied der vom Fahrzeugverkehr verursachten Schwermetallverunreinigungen in der Vegetation und Bodenfauna unmittelbar neben den Verkehrsstrassen und entfernter davon ermittelt (DMOWSKI u. KAROLEVSKI, 1979; GETZ et al., 1979; GILES et al., 1979; GOLDSMITTH u. SCANLON, 1977; MAURER, 1974; MUSKETT, 1981; PRICE et al., 1974; WILLIAMSON u. EVANS, 1972; ZHULIDOV u. EMETS, 1979; usw.).

\* Dr. Mária Pobožsny, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Lehrstuhl für Tier-systematik und Ökologie der Eötvös-Loránd-Universität), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

Insbesondere aufgrund der in England durchgeführten Messungen konnte festgestellt werden, daß nur 10% des in den Abgasen enthaltenen Bleies sich unmittelbar (100 m Entfernung) am Strassenrand absetzt (LITTLE u. WOFFEN, 1977), die Bleiverunreinigung kann jedoch auch 50–100 km entfernt nachgewiesen werden (CHAMBERLAIN et al., 1979). Über die Schwermetallverunreinigungen, so über die des in die Nahrungskette gelangenden Bleies, stehen uns sozusagen überhaupt keine Angaben zur Verfügung (MARTIN u. COUGHTREY, 1982).

In vorliegender Arbeit wurde zum Ziel gesetzt, die Bleiakkumulation in zwei Diplopoden-Arten anhand von Fütterungsversuchen zu verfolgen sowie eventuelle Zusammenhänge des weiteren Verlaufes in der Nahrungskette zu erörtern.

## Material und Methode

Die Untersuchungen wurden an zwei verschiedenen Versuchsstellen durchgeführt. Die eine Untersuchungsstelle wurde im Volkspark (Népliget, Budapest), an der seinerzeit zum Flugplatz führenden Hauptstrasse, die andere Stelle im Botanischen Garten von Vácrátót, abgelegen von jeglichem Fahrzeugverkehr, gewählt. An beiden Stellen kommt die Ulme (*Ulmus laevis* PALL.) vor. Die Ulmen bilden im allgemeinen keine selbständigen Bestände, doch kommen sie in Auenwäldern, Eichen- und Buchenwäldern vereinzelt vor. Sie machen ungefähr 0,6–0,7% des einheimischen Waldbestandes aus, nach Angaben von 1982 werden 2453 ha von Ulmenarten gebildet.

Eine Verunreinigung der Ulmenblätter mit Blei konnte schon von mehreren Autoren nachgewiesen werden (LITTLE u. MARTIN, 1972; LITTLE, 1974), so daß zu den vergleichenden Untersuchungen sich die Ulmen-Blätter äußerst gut eigneten.

Zum Vergleich wurde Ulmenstreu an beiden Stellen in September (1979) gesammelt. Das Sammeln in September erwies sich auch deswegen zweckmäßig, da FIDORA (1972) schon nachweisen konnte, daß die Schwermetallakkumulation im Laub der Laubwälder das Maximum vor dem Laubfall aufweist.

Die Diplopoden-Arten *Chromatoiulus projectus* VERH. und *Leptoiulus proximus* NEMEC wurden mit Ulmenstreu von höherem Bleigehalt gefüttert. Diese Versuche wurden im Höhlenbiologischen Laboratorium der Baradla-Höhle von Aggtelek durchgeführt, wo die Verhältnisse für Fütterungsversuche am günstigsten waren (ZICSI u. POBOZSNY, 1977). Die Tiere (50 bzw. 60 Exemplare) wurden vom 25. IX. 1979 bis 24. I. 1980 vier Monate hindurch mit 20 g bzw. 60 g Ulmenstreu gefüttert. Am Ende des Versuches wurde der Bleigehalt der gefütterten Tiere bestimmt, und mit dem vor dem Versuch verglichen (Kontrolltiere). Ebenfalls wurde auch der Bleigehalt der von den Tieren erzeugten Exkremente festgestellt. Jede Untersuchung erfolgte in je zwei Parallelen.

Der Bleigehalt wurde mit Hilfe des UNICAM Atomabsorptionsspektroskopieapparat bestimmt.

Zur Ergänzung der oben angeführten Untersuchungen wurden mit den beiden Diplopoden-Arten auch ernährungsökologische Untersuchungen durchgeführt, um ihren Anteil an der Zersetzung der Ulmenstreu feststellen zu können. Diese Untersuchungen wurden, um naturnahe Ergebnisse zu erzielen zu können, im Freiland durchgeführt. In die früher schon öfters benützten und sich gut bewährten unemailierten Tonschalen (GERE, 1958) wurde 1,5–2,0 g *Ulmus laevis*-Streu getan, und in jede Schale wurden je 5 Tiere von bekannten Gewicht

untergebracht. Die Schalen wurden mit einem Kunststoffnetz bedeckt und in den Boden so eingesenkt, daß sie mit der Bodenoberfläche in einem Niveau zu liegen kamen. Die Tonschalen übernahmen nach kurzer Zeit die Temperatur- und Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse der Umgebung. Während der Untersuchungen wurde die Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur mit Apparaten vom Type Wile bestimmt. Die zur Verfütterung gelangenden Streublätter wurden im Volkspark von Budapest monatlich gesammelt, zuerst Ende September 1982. Die Tiere erhielten so monatlich das dem im Freien entsprechend vorzersetzte Laub. Die Versuchen wurden in je 5 Parallelen durchgeführt, die Kontrolle in gleicher Zahl, ohne Tiere. Nach Beendung je einer Versuchsperiode wurde das Gewicht der Tiere bestimmt, die erzeugten Exkremente, und die ungefressene Menge des Streus wurde ebenfalls gemessen. Sämtliche Angaben werden im absoluten Trockengewicht (bei 105 °C bestimmt) angegeben.

Der Nahrungskonsum der Tiere (pro ein g Lebendgewicht der Tiere) wurde unter Berücksichtigung der Formel von REIMAN (ZICSI u. POBOZSNY 1977) errechnet.

Die Untersuchungen wurden auch mit chemischen Analysen der zur Verfütterung angebotenen Fallaubes ergänzt. Für die Bestimmung folgender Parameter wurden in der Bodenkunde übliche Methoden (di GLÉRIA u. BALLENEGGER, 1962; SCHLICHTING u. BLUME, 1966) benutzt: gesamte organische Substanz, gesamter Stickstoffgehalt, und Stabilitätskoeffizient. Mit der Streustoffgruppenanalyse wurden die Fette und Gerbstoffe, Zucker und Stärke, Hemizellulose und Pektin, Zellulose und der Ligningehalt bestimmt. Zur Feststellung der Zusammenhänge wurde die Korrelation bestimmt, hauptsächlich Rangkorrelationsberechnungen durchgeführt (SVÁB, 1967).

Die Bleibestimmungen wurden von Prof. Dr. M. Kovács, der damaligen Mitarbeiterin des Botanischen Institutes Vácrátót durchgeführt. Für ihre Bemühungen soll auch an dieser Stelle unser bester Dank ausgesprochen werden.

## Ergebnisse

Bei der Bekanntmachung der Ergebnisse werden in erster Linie die durch den Fahrzeugverkehr verursachten Verunreinigungen und deren Veränderungen im Bleigehalt berücksichtigt (Tabelle 1 und 2).

Die Ergebnisse des Nahrungskonsums und der Kotproduktion der beiden Arten werden in Tabelle 3 und 4 zusammengefaßt.

Da der Zustand der Ulmenstreu im Mai schon stark degradiert war, wurde wegen Sammelschwierigkeiten von einer weiteren Verfütterung abgesehen.

Tabelle 1. Bleigehalt der *Ulmus laevis* Streu von zwei verschiedenen Untersuchungsstellen (3 – 3 Paralleluntersuchungen)

Sammelstelle	Pb ppm	Pb ppm Durchschnitt
Volkspark (verunreinigt)	106 – 118	113
Vácrátót (nicht verunreinigt)	18 – 22	20

Tabelle 2. Bleigehalt der mit Blei verunreinigter Streu gefütterten Diplopoden und deren Exkremente

Art	Pb ppm
<i>Chromatoiulus projectus</i>	
Kontrolltiere	59,04
gefütterte Tiere	
A Versuch	80,47
B Versuch	87,34
Exkremente	
A Versuch	215,02
B Versuch	195,91
<i>Leptoiulus proximus</i>	
Kontrolltiere	40,55
gefütterte Tiere	
A Versuch	175,97
B Versuch	126,12

Tabelle 3. Nahrungskonsum und Kotproduktion von *Chromatoiulus projectus* von der in verschiedenen Monaten gesammelten Ulmenstreu

Streu der verschiedenen Monate	Nahrungskonsum in mg/g/Tag	Kotproduktion in mg/g/Tag
September	15,9	12,5
Oktober	22,8	21,5
November	14,6	13,1
Dezember	21,9	17,8
Januar	94,7	84,8
Februar	73,3	67,2
März	—	—
April	39,2	37,4

Tabelle 4. Nahrungskonsum und Kotproduktion von *Leptoiulus proximus* von der in verschiedenen Monaten gesammelten Ulmen-Streu

Streu der verschiedenen Monate	Nahrungskonsum in mg/g/Tag	Kotproduktion in mg/g/Tag
September	24,9	18,0
Oktober	30,1	27,1
November	18,9	16,8
Dezember	24,9	21,4
Januar	122,6	142,4
Februar	63,8	60,5
März	—	—
April	86,5	86,8

Abbildung 1 und 2 enthält die Angaben der Bodenfeuchtigkeit in Prozent der verfügbaren Wasserkapazität und die Bodentemperaturen.

Die ergänzenden chemischen Analysenergebnisse werden in Tabelle 5 zusammengefaßt, bzw. auf Abbildung 3 veranschaulicht. Bereits in April konnte nur so wenig Streu gesammelt werden, dass diese zu den chemischen Analysen nicht auslangten, so daß wir nur über Angaben bis zum Monat Februar verfügen.

Tabelle 5. Einige chemische Parameter der mit *Diplopoden* verfüllerten Ulmenstreu

Streu der verschiedenen Monate	Gesamtorganische Substanz %	Gesamtstickstoff %	Stabilitätskoeffizient $k \cdot 10^3$	C/N
September	76,69	2,76	6,76	16,1
Oktober	61,38	2,64	10,21	13,5
November	61,30	2,80	9,04	12,7
Dezember	58,71	2,80	8,33	12,1
Januar	51,79	2,93	11,64	10,2
Februar	51,93	2,64	12,73	11,4

### Wertung der Ergebnisse

Aus vorausgehenden Untersuchungen ist bereits bekannt, daß an Stellen, die dem Fahrzeugverkehr näher ausgesetzt sind, auch die Belastungen mit Schwermetallen bedeutend höher liegen, als an solchen, die entfernter sind (WILLIAMSON u. EVANS, 1972, 1973; MAURER, 1974; MUSKETT, 1981; MUSKETT u. JONES, 1980). Diese Feststellungen werden auch durch unsere Ergebnisse

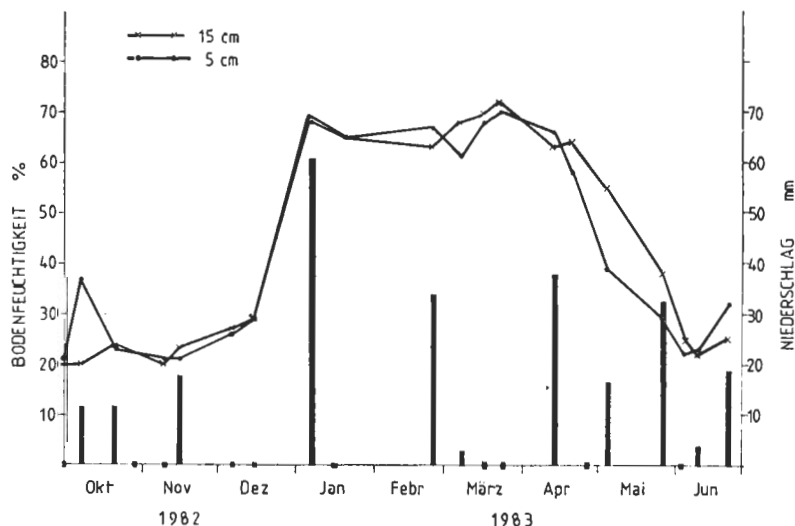


Abb. 1. Bodenfeuchtigkeits- und Niederschlagswerte an der Untersuchungsgebiet. (— Bodenfeuchtigkeit, | Niederschlag)

unterstützt, wonach direkt neben der Verkehrsstrasse der Bleigehalt der Ulmenblätter das 5,0–5,5-fache betrug (Tabelle 1). Die quantitativen Veränderungen der chemischen Bestandteile der zur Verfütterung von Tieren benutzten Streu sind aus Tabelle 5 und aus Abbildung 3 ersichtlich. In der Streu verringert sich durch den Abbau die Menge der organischen Substanz, nach einem kurzen Anstieg am Anfang fällt der Stickstoffgehalt ebenfalls, von diesen beiden Parametern abhängig verringert sich das C/N Verhältnis. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, verringern sich während der Abbauprozesse von den organischen Komponenten – infolge der mikrobiologischen Zersetzung – vor allem die Fette und Gerbstoffe, in der Menge der übrigen Komponenten läßt sich eine so eindeutige Tendenz nicht verfolgen, dies ist auf die komplizierten chemischen und biochemischen Prozesse, die sich im Fallaub abspielen, zurückzuführen. Auszuschliessen sind jedoch auch gewisse Umgebungsfaktoren nicht, wie z. B. die Lösungsfähigkeit des Niederschlagswassers.

Übereinstimmend mit vorausgehenden Angaben, bzw. mit denen der Literatur sind die Konsumwerte bzw. die Ergebnisse der Kotproduktion bei den ernährungsökologischen Untersuchungen (Tabelle 3 und 4).

Vom Laubfall beginnend steigt bei beiden Arten der Konsumwert – abgesehen von einigen kleineren Schwankungen – parallel mit dem Zersetzungsgrad der Laubstreu. In diesem Verhältnis steigt ebenfalls die Kotproduktion, übrigens wurde bei vielen Diplopoden-Arten ein linearer Zusammenhang zwischen dem Konsum und der Kotproduktion festgestellt (DUNGER, 1958; POBOZSNY, 1985).

Früher wurde bereits darauf hingewiesen (POBOZSNY, 1985), daß bei den Diplopoden, insbesondere bei *Chromatoiulus projectus* ein gewisser Ernährungsrhythmus beobachtet werden konnte, der von Umweltfaktoren zwar beeinflusst werden kann, hauptsächlich vom biologischen Rhythmus des Tieres jedoch abhängt. Unterstützt wird diese letztere Annahme auch dadurch, daß eine Korrelation zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens (Abb. 1) und dem Konsum

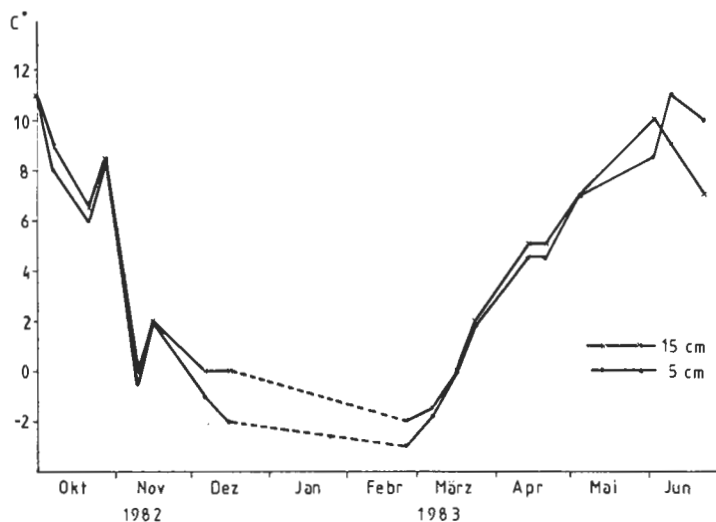


Abb. 2. Bodentemperaturwerte an der Untersuchungsgebiet

zwar besteht, aber keine Zusammenhänge sich zwischen der Menge der chemischen Zusammensetzung und der Verkehrbarkeit der Nahrung feststellen lassen.

Wie aus den Ergebnissen ersichtlich, besteht eine Akkumulation des Bleies in den Tieren, bei *Chromatoiulus projectus* konnte ein Anstieg von 36,3–47,9% im Vergleich zu den Kontrolltieren beobachtet werden, während bei *Leptoiulus proximus* dieser 87,4–128,9% betrug. Bei einem Vergleich dieser Ergebnisse mit denen der Konsumwerte (Tabelle 4 und 5) konnte festgestellt werden, daß bei einem 4-monatigen Versuch (September–Januar) *Ch. projectus* 0,08–0,11‰-des im Futter vorhandenen Bleies. *L. proximus* 0,07–0,10‰-akkumulierte.

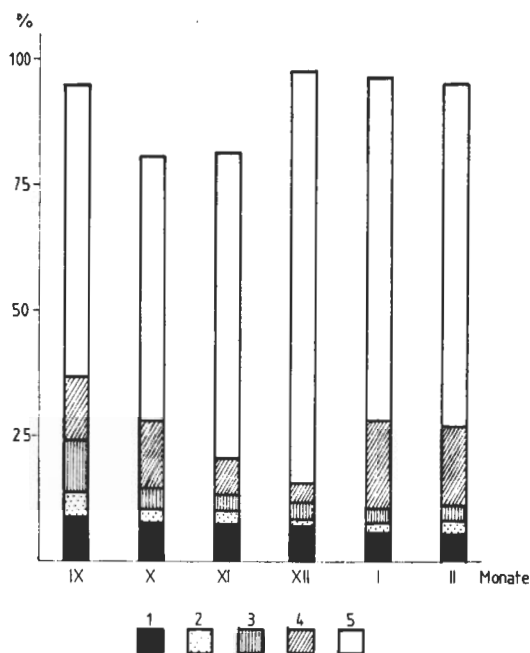


Abb. 3. Ergebnisse der Streustoffgruppenanalyse der in verschiedenen Monate gesammelten Ulmenstreu. (1 Fette und Gerbstoffe, 2 Zucker und Stärke, 3 Hemizellulose, 4 Zellulose, 5 Lignin)

Da die Diplopoden auch von anderen Tieren gefressen werden, muß damit gerechnet werden, daß dieses Blei auch auf diesem Weg in die Nahrungskette gelangen kann. TÖRÖK (1981) konnte z. B. in einem Eichenbestand in der Nähe von Budapest aufgrund seiner Untersuchungen nachweisen, daß die Diplopoden 0,7 Gewichtsprozent der Gesamtnahrung bei Jungtieren der Amsel ausmachen (wo von *Ch. projectus* 0,46%). Schon früher wurde festgestellt, daß in der Amsel die Bleiablagerungen bedeutend sein können (107–127 ppm) (KOVÁCS, 1979; BERCZIK u. BORHIDI, 1979).

Wenn berücksichtigt wird, daß die Schwermetalle im allgemeinen, so auch das Blei auf die Funktion des Ökosystems einen ungünstigen Einfluss ausüben (MARTIN u. COUGHTREY, 1981, usw.), wäre es von größter Bedeutung den Weg dieser gefährlichen Schwermetalle in der Nahrungskette gründlicher zu erforschen.

# SCHRIFTTUM

1. BALLENEGGER, R. & DI GLÉRIA, J. (1962): Talaj- és trágyavizsgálati módszerkönyv. — Budapest, 1—411.
2. BERCZIK, Á. & BORHIDI, A. (1979): A Budapesti Agglomeráció környezetfejlesztésének ökológiai problémái és környezetbiológiai kutatási terve. — MTA Biol. Oszt. Közl., 22: 367—389.
3. CHAMBERLAIN, A. C., HEARD, M. J., LITTLE, P. & WIFFEN, R. D. (1979): The dispersion of lead from motor vehicle exhausts. — Phil. Trans. R. Soc. Lond., 290A: 577—589.
4. DMOWSKI, K. & KAROLEWSKI, M. A. (1979): Cumulation of zinc, cadmium and lead in invertebrates and in some vertebrates according to the degree of an area contamination. — Ekologia Polska, 27: 333—349.
5. DUNGER, W. (1958): Über die Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Makrofauna im Auenwald. — Zool. Jb. Syst., 86: 139—180.
6. FIDORA, B. (1972): Der Bleigehalt von Pflanzen verkehrsnaher Standorte in Abhängigkeit von der Vegetationsperiode. — Ber. Deutsche Bot. Ges., 85: 219—227.
7. GERE, G. (1958): Methode zur Lebendhaltung und Zucht von Arthropoden der Waldböden. — Acta Zool. Hung., 3: 225—231.
8. GETZ, L. L., ROLFE, G. L., HANEY, A. W., WORTMAN, R. L., LARIMORE, R. W., McNURNEY, J. W., HUDSON, J. L., LELAND, H. V., SOLOMON, R. L., REINBOLD, K. A. & PRICE, P. W. (1979): Transport and distribution in a watershed ecosystem. — In: Boggess, W. R. & Wixson, B. G. (eds.): Lead in the environment. Washington, 105—134.
9. GILES, F. E., MIDDLETON, S. G. & GRAU, J. G. (1973): Evidence for the accumulation of atmospheric lead by insects in areas of high traffic density. — Environ. Entomol., 2: 299—300.
10. GOLDSMITH, C. D. & SCANLON, P. F. (1977): Lead levels in small mammals and selected invertebrates associated with highways of different traffic densities. — Bull. Environ. Contam. Toxic., 17: 311—316.
11. KOVÁCS, M. (1979): A nagyvárosok ökológiai viszonyai. — MTA Biol. Oszt. Közl., 22: 391—405.
12. LITTLE, P. (1974): Airborne zinc, lead and cadmium pollution and its effects on soils and vegetation. — PhD. thesis. University of Bristol.
13. LITTLE, P. & MARTIN, M. H. (1972): A survey of zinc, lead and cadmium in soil and natural vegetation around a smelting complex. — Environ. Pollut., 3: 241—254.
14. LITTLE, P. & WIFFEN, R. D. (1977): Emission and deposition of petrol engine exhaust lead. 1. Deposition of exhaust lead to plant and soil surfaces. 2 A study of lead deposition alongside the M4 motorway. — Atmos. Environ., 11: 437—447.
15. MARTIN, M. H. & COUGHTREY, P. J. (1981): Impact of metals on ecosystem function and productivity. — In: Lepp, N. W. (ed.): Effect of heavy metal pollution on plants. Vol. 2. London and New Jersey, 119—158.
16. MARTIN, M. H. & COUGHTREY, P. J. (1982): Biological monitoring of heavy metal pollution. — London and New York, 1—475.
17. MAURER, R. (1974): Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einflussbereich von Verkehrsimmissionen. — Oecologia, 14: 327—351.
18. MUSKETT, C. J. (1981): The influence of some motor-vehicle derived heavy metals on terrestrial ecosystems. — In: Heavy metals in the environment. International Conference, Amsterdam, September 1979. Edinburgh, 259—262.
19. MUSKETT, C. J. & JONES, M. P. (1980): The dispersal of lead, cadmium and nickel from motor vehicles and effects on roadside invertebrate macrofauna. — Environ. Pollut., 23A: 231—242.
20. POBOZSNY, M. (1984): Die Bedeutung der Diplophen-Art Chromatoiulus projectus Verh. bei der Zersetzung von Eichenstreu. — Opusc. Zool. Budapest,
21. PRICE, P. W., RATHCKE, B. J. & GENTRY, D. A. (1974): Lead in terrestrial arthropods: Evidence for biological concentration. — Environ. Entomol., 3: 370—372.
22. SCHLICHTING, E. & BLUME, H. P. (1966): Bodenkundliches Praktikum. — Hamburg und Berlin, 1—209.



23. SVÁB, J. (1967): Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban. — Budapest, 1—499.
24. TÖRÖK, J. (1981): Food composition of nestling blackbirds in an oak forest bordering on an orchard. — *Opusc. Zool. Budapest*, 17—18: 145—156.
25. WILLIAMSON, P. & EVANS, P. R. (1972): Lead levels in roadside invertebrates and small mammals. — *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 8: 280—288.
26. WILLIAMSON, P. & EVANS, P. R. (1973): A preliminary study of the effects of high levels of inorganic lead on soil fauna. — *Pedobiologie*, 13: 16—21.
27. ZHULIDOV, A. V. & EMETS, M. (1979): Accumulation of lead in the bodies of beetles in contaminated environments associated with automobile exhausts. — *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 6: 1515—1516.
28. ZICSI, A. & POBOZSNY, M. (1977): Einfluß des Zersetzungsverlaufes der Laubstreu auf die Konsumintensität einiger Lumbriciden-Arten. — *Soil Organisms as Components of Ecosystems*, *Ecol. Bull. (Stockholm)*, 25: 229—239.

# Comparative Ecological Studies on Blackbird (*Turdus merula*) and Song Thrush (*T. philomelos*) Populations. I. Nutritional Ecology

By  
J. TÖRÖK\*

**Abstract.** The food of nestlings of blackbirds and song thrushes was studied over a period of five years in various habitats. Food samples were obtained by placing neck-collars on the nestlings. Blackbirds consumed mainly lepidopterous larvae, dipterans and coleopterans. Besides great quantities of lepidopteran larvae and dipterans, song thrushes fed on more annelids and less beetles than the blackbirds. The blackbird proved to be a more generalist and mobile species than the song thrush. These properties have enabled the blackbird to easily penetrate into urbanized areas. Of the two studied niche dimensions (food composition and prey size) of the sympatric populations, there was greater degree of segregation between the species in food composition.

## Introduction

The blackbird and the song thrush are the two most common species of the genus *Turdus* in Hungary. In Europe the blackbird is distributed mainly in the south-eastern parts. The range of the song thrush considerably overlaps with that of the previous species but penetrates much further north, and is absent from some parts of southern Europe (DYRCZ, 1969; NILSSON, 1979).

Besides similar geographical distribution, similar habitat preference is characteristic for the two species, though the blackbird is more common in certain habitats (reedbeds, orchards) than its congener. The penetration of the blackbird into urban habitats modified by man (synurbanization) was a clearly definable and rapid process (KROLL, 1975). In some parts of Europe the song thrush has also moved into towns, but the blackbird has been able to maintain its numerical predominance even in these habitats (SNOW, 1958).

In the breeding season both species feed in a clearly definable microhabitat, on the surface of the soil, and their prey searching tactics are similar (SMITH, 1973; TYE, 1981).

There are few comparative studies on the food composition of blackbirds and song thrushes (EBLE, 1963; DYRCZ, 1969), therefore the primary objective

\* Dr. János Török, ELTE Állattudományi és Ökológiai Tanszék (Department of Systematic Zoology and Ecology of the Eötvös Loránd University), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

of the present work was to study the food segregation in sympatric populations of the two congeneric species. Detailed knowledge of the food resource utilization of the blackbird and the song thrush may help us understand the different adaptivities of the two species, and may provide further data to the phenomenon of resource segregation that has recently been widely studied in closely related species (CODY, 1974; DYRCZ, 1969; HARTLEY, 1953; JENNI, 1983; LACK, 1945, 1971; MacARTHUR, 1958).

### Study areas

No. 1 (12 ha): A dry Turkey-oak woodland (*Quercetum petraeae cerris*) in the vicinity of Budapest, with dense shrub vegetation at the edges (*Ligustrum vulgare*, *Sambucus nigra*, *Cornus mus*, *Crataegus* sp. and *Rosa* spp.).

No. 2 (12 ha): An orchard contiguous with study area No. 1. bordered by a Turkey-oakwood in the north and north-east, by cultivated land in the south (wheat) and by a meadow in the west. The composition of the orchard is as follows: winter apple (4.5 ha), peach (2 ha), apricot (1.5 ha), pear (1.3 ha), plum (1.3 ha), cherry (0.7 ha) and sour cherry (0.7 ha).

No. 3 (4 ha): An old hornbeam-oakwood mixed with beech in a hilly suburb of Budapest (Normafa), with young oak saplings in the undergrowth.

No. 4 (4 ha): A Turkey-oak woodland with dense edge vegetation in the outskirts of Törökbalint. There is an extensive peach plantation under large-scale mechanized farming adjacent to the wood. The nests were located in the 200 m wide strip of the oakwood.

No. 5 (9 ha): A recreational park in the centre of Budapest. The varied vegetation is patchily distributed. *Quercus* spp., *Acer* spp., *Juniperus* spp., *Thuja plicata*, *Taxus baccata* and *Forsythia europaea* may be found in larger numbers.

No. 6 (2 ha): A resort area in the outskirts of Esztergom with varied cultivated vegetation, small plots with vegetable gardens and fruit orchards, with rows of bushes (*Ligustrum vulgare*, *Sambucus nigra*, *Rosa* spp.) and trees (*Robinia pseudoacacia*, *Juglans regia*, *Acer campestre*, *Aesculus hippocastanum*) along the roads and inbetween the plots. The nests were located in the rows of bushes along the road.

### Study periods and methods

The study was carried out between 1978 and 1982. I collected food samples by plucking neck-collars on the nestlings throughout the five years in study area No. 1, in 1979, 1980 and 1982 in study area No. 2 and in 1980 in study areas Nos 3, 4, 5 and 6. A detailed description of the method is found in TÖRÖK (1981). The collected prey animals were measured to mm accuracy and preserved in isopropyl alcohol until identification. I separated 9 size intervals (each 5 mm) for the calculations. If only one individual could be ascertained in the sample, the length of earthworms was calculated as the total length of the pieces found in the sample. If several head or tail parts were found in the sample, then the sizes of the animals could only be estimated as based on the diameters of the pieces.

Nestlings were weighed on every second day to 0.1 g accuracy. No food samples were taken from these nestlings.

Following TINBERGEN (1960) and BALEN (1973), I estimated the abundance and dynamics of the leaf-consuming lepidopterous larvae by collecting the excrements of the caterpillars. Thirty carton sheets each 0.25 m<sup>2</sup> in size were laid out in study area No. 1 to collect the excrements for 48 hrs at 10-days intervals. The excrements collected over the two days were weighed after cleaning and air-drying.

## Niche metrics

I calculated food niche width from the SHANNON formula (SHANNON & WEAVER, 1949),

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}.$$

Evenness was computed using the formula  $J = \frac{H}{H_{\max}}$

where  $H_{\max} = \log_2 s$  (PIELOU, 1969).

In the above formulae  $n_i$  is the number of prey items belonging to the  $i$ th prey or size category,  $N$  is the total number of prey specimens, and  $s$  is the number of prey categories.

The degree of niche overlap was calculated using RENKONEN's similarity formula (RENKONEN, 1938),

$$s_{1-2} = \sum_{i=1}^s \min(p_{1,i}, p_{2,i}),$$

where  $p_{1,i}$  is the frequency of the  $i$ th prey or size category in sample 1 relative to the total number of prey items,  $p_{2,i}$  is the same for sample 2.

During calculating food composition I considered the various semaphoront populations of most prey categories as separate entities because of their different habitats, feeding habits and mobilities. In the above calculations the term food category is usually equivalent to the taxonomical category of the family, but in certain cases when the prey could be identified only to the order, this taxon was considered a category.

## Food composition

Based on 3833 collected prey items, it was found that the predominant food of the blackbird is lepidopterous larvae. Of the noctuids, *Orthosia* and *Agrochola* species, of the geometrids *Operophtera brumata*, *Colotois pennaria*, *Erannis* and *Boarmia* species occurred in considerable numbers. Although blackbirds feed on the surface of the soil, caterpillars living typically on herbs or in the soil were found only in low percentage in the food. The nestlings consumed approximately equal numbers of Diptera and Coleoptera. Among dipterans the most abundant were Tipulida and *Limonia* species which emerge in May. The order Coleoptera was primarily represented by members of the family Elateridae, Carabidae, Scarabaeidae and Silphidae. I often found among the food species like *Calosoma inquisitor* and *Dendroxena quadripunctata* which feed on carterpillars. Annelida, Hymenoptera, Heteroptera and Araneidae were found only in few numbers among the food samples collected from the blackbird nestlings. Among the annelids, species of the genera *Allolobophora* and *Lumbricus* were predominant. The species which inhabit the upper soil layers (*Lumbricus* spp., *Dendrobaena* spp.) outnumbered three to one those which live deeper in the soil (*Allolobophora* spp., *Octolasion* spp.). The same ratio was as high as four to one in the case of the song thrush. I found remains of any vertebrate species only on one occasion, the

Table 1. Food niche width (H) and evenness (J) of the blackbird and the song thrush (s — number of categories, N — number of prey items, 1–6 — study plots)

	1978		1979		1980						1981	1982
	1		1	2	1	2	3	4	5	6	1	2
<i>Turdus merula</i>												
prey taxon	H	4.64	4.10	3.53	4.53	4.82	4.15	4.07	1.85	1.69	3.29	3.16
	J	0.85	0.71	0.80	0.73	0.91	0.84	0.85	0.58	0.73		
	s	44	56	21	77	40	31	28	9	5		
	N	247	770	67	768	121	104	98	53	15	1272	318
prey size	H	2.32	2.69		2.55	2.49	2.80	2.71	2.02	2.47	2.45	2.16
	J	0.77	0.85		0.80	0.83	0.88	0.85	0.64	0.88		
	s	8	9		9	8	9	9	9	7		
	N	247	770	67	768	121	85	89	48	15		
<i>Turdus philomelos</i>												
prey taxon	H	3.51	3.03		3.49	3.42				3.10	2.32	3.15
	J	0.90	0.96		0.69	0.71				0.76		
	s	15	9		34	28				17		
	N	28	11		220	199				38	167	91
prey size	H	2.15	2.18		2.23	2.68				2.79	2.31	1.88
	J	0.92	0.91		0.70	0.85				0.88		
	s	5	5		9	9				9		
	N	20	11		220	199				32		

tail part of a young slow-worm. When feeding the young, the birds also consume plants as well (sour cherry), but the proportion of this food item is not significant.

In the urban environment artificial food (of human origin) were also found in the collected samples, but here the predominant prey categories were also earthworms and Diptera. In the samples from the oakwood in the outskirts of Budapest Lepidoptera and Diptera, in the samples from the Normafa Annelida and Coleoptera were the most significant prey categories. In the orchard, the samples from June of 1979 and 1982 contained mainly Coleoptera and Diptera, those from the end of May, 1982 contained Hymenoptera and Coleoptera in considerable numbers.

Similarly to the food of the blackbirds, that of the song thrush contained mainly lepidopterous larvae and Diptera. Of the caterpillars primarily species of the genera *Orthosia* and *Boarmia*, and *Operophtera brumata* and *Colotois pennaria* were fed to the nestlings, of the dipterans *Tipula* and *Limonia* species. Earth worms, molluscs and isopods were taken in greater proportion by song thrushes than blackbirds, and at the same time the former species took less Heteroptera and Diplopoda than the latter one. The proportion of plant material was also insignificant in this species, but about ten times that in the blackbird. The contents of the food samples from the orchard were characterized by Lepidoptera and Coleoptera, those from the woods by Lepidoptera and Diptera. In the study area at Esztergom mainly Coleoptera, Lepidoptera and Neuroptera were fed to the nestlings.

I found sand, gravel, earth and snail shells among the food of both species, but have not included them among the items. These are taken partly to help grind the food particles, partly to supplement the supply of inorganic elements (e. g. Ca).

Niche width of the blackbird was greater than that of the song thrush (Table 1). I did not include the samples from 1978 and 1979 in the results because of the small quantity of song thrush food collected in those years.

The similarity between the food composition of the two species was lower than that between the distributions of the size categories. The food samples collected from blackbirds in the oakwood resembled each other to a much greater degree than any other sample (Tables 2 and 3).

### Temporal variation in food composition

I studied the variation in food composition of blackbirds by pooling the samples into 10-days intervals (Fig. 1). The diversity and evenness of the food composition was greater at the beginning and end of the breeding season than in the middle. In early spring Coleoptera, Annelida and Diptera predominated because of the paucity of caterpillars in that season, whereas in summer besides annelids and beetles caterpillars were also taken. These groups were taken in approximately equal proportions by the birds.

From the middle of May to the beginning of June foliage-consuming caterpillars were predominant in the food samples. This group reached its maximum in biomass around 20 May, as shown by the measurements of the quantity of caterpillar excrements in 1979 (Fig. 1). The exact timing of the "caterpillar peak" may vary from year to year because of differences in weather (BALEN, 1973), but it occurs usually at the end of May. With the sudden increase in the

abundance of the caterpillars the thrushes shifted to this prey category, and at the expense of other food items the larvae became the predominant food. Therefore the diversity and evenness of the food decreased during this period. The abundance of caterpillars decreased shortly after the peak, but their proportion was still considerable in the food of the nestlings.

Table 2. Similarities between food compositions

	1978	1979	1980	1981	1982
<i>T. merula</i> - <i>T. philomelos</i>					
1. study plot	0.42	0.33	0.48	0.51	
2. study plot			0.28		0.37
1. study plot - 2. study plot					
<i>T. merula</i>		0.26	0.31		
<i>T. philomelos</i>			0.38		
1. study plot - 4. study plot					
<i>T. merula</i>			0.39		
1. study plot - 3. study plot					
<i>T. merula</i>			0.24		
3. study plot - 4. study plot					
<i>T. merula</i>			0.17		

Table 3. Similarities between prey sizes

	1978	1979	1980	1981	1982
<i>T. merula</i> - <i>T. philomelos</i>					
1. study plot	0.89	0.75	0.78	0.74	
2. study plot			0.81		0.75
1. study plot - 2. study plot					
<i>T. merula</i>			0.78		
<i>T. philomelos</i>			0.76		

### Prey size

Niche width of the blackbird, calculated from the pooled data as well as from the yearly data from the oakwood in the vicinity of Budapest, was greater than in the song thrush. In the orchard and the Esztergom study site, however, the niche width of the song thrush was the greater one in 1980. The differences were small in both cases.

There was considerable similarity between the preferred size categories as well. The interspecific prey size similarity was also high in various years and in the various habitats (Table 3). Within the species, the niche overlap of food size was also high between the various habitats.

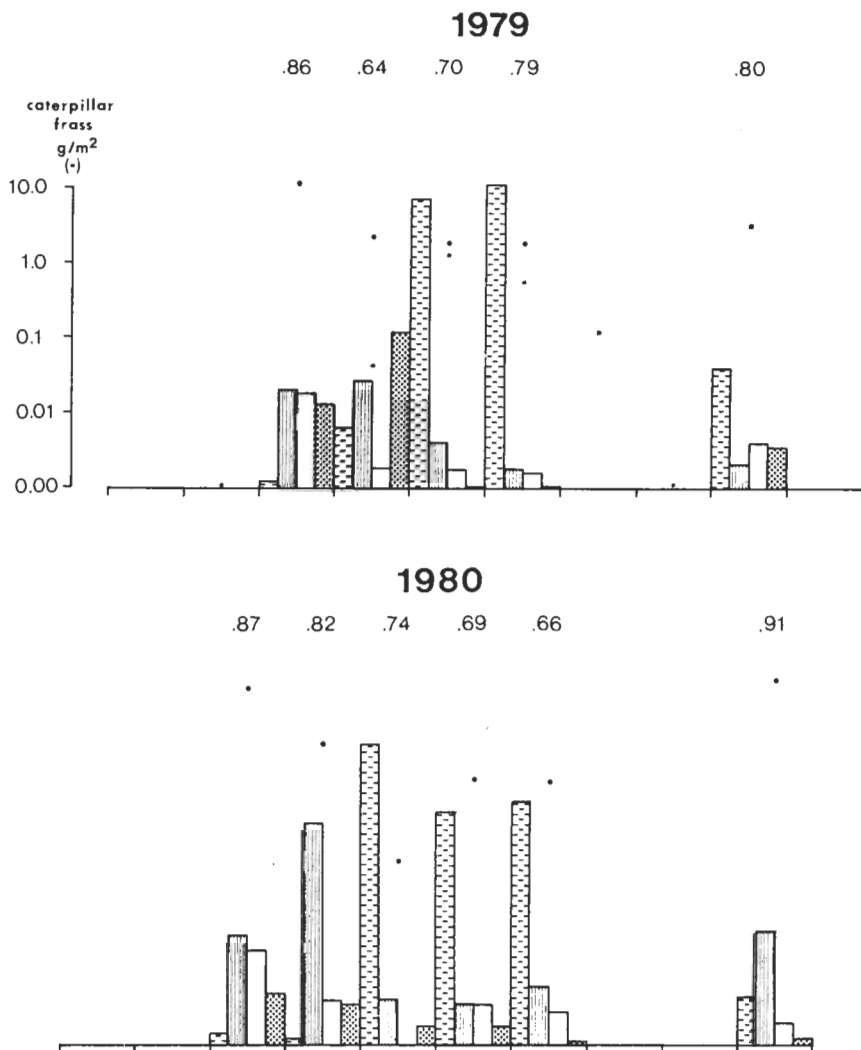
## Changes in food composition with the growth of nestlings

The equations of logistic growth are widely used to describe the growth patterns of small passerines (RICKLEFS, 1967, 1968). I obtained the following equations for the growth curves (in body mass) of the blackbird (Tm) and song thrush (Tp) from the measurements of nestlings in study areas Nos 1 and 2:

$$wt_{Tm} = 54.5 / 1 + e^{-0.847(t-3.896)} \quad (N = 38)$$

$$wt_{Tp} = 43.1 / 1 + e^{-0.714(t-3.718)} \quad (N = 11)$$

where  $wt$  is the body mass (in g) at time  $t$ , which is the age of the nestling in days,  $N$  is the number of individuals.





1981

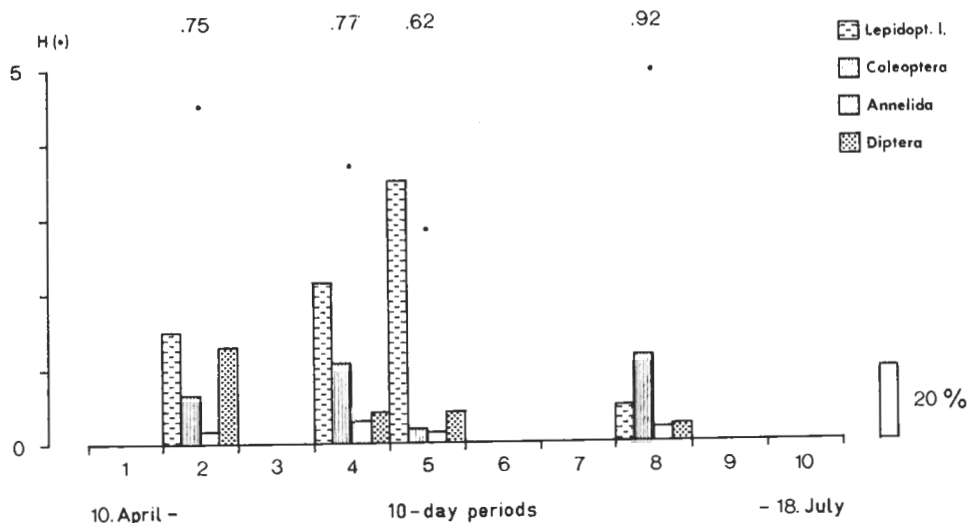


Fig. 1. Temporal variation of food composition and niche width of the blackbird in three years

The growth of the blackbirds and song thrushes is rapid, similarly to other altricial bird species which construct their nests in uncovered situations. They fledge on day 11 or 12 after hatching, though their ability to fly is still poor. Of the two species studied, the smaller song thrush has a greater growth rate (0.714). The hatching and fledging weights of the larger blackbird are greater than in the song thrush. The weight at hatching expressed as percentage of the asymptotic weight is about equal in the two species ( $T_m = 12.4\%$ ,  $T_p = 11.0\%$ ).

Food composition changed with the growth of the nestlings (Fig. 2.) In the samples from study area No. 1 collected in 1978, the younger nestlings of both species were fed mainly soft invertebrates (e. g. earthworms). With the growth of the nestlings the proportion of Coleoptera, lepidopteran larvae and diplopods increased and at the same time the proportion of Annelida and Hymenoptera decreased.

## Discussion

The literature on avian ecology is rich in studies on sympatric populations of closely related species. The primary objectives of these studies had been elucidation of the interspecific similarities, mechanisms of segregation, competitive interrelationships, and clarification of the causes of different adaptivities, all of which lead to a better understanding of the regulatory mechanisms responsible for the structuring of avian communities. The present paper deals with the food of two species of the genus *Turdus*, the blackbird and the song thrush, which are abundant over much of Europe.

The results of the present work suggest that, similarly to other temperate birds, these two species are generalists. The difference between the species is manifested in the narrower food niche of the song thrush as compared with that

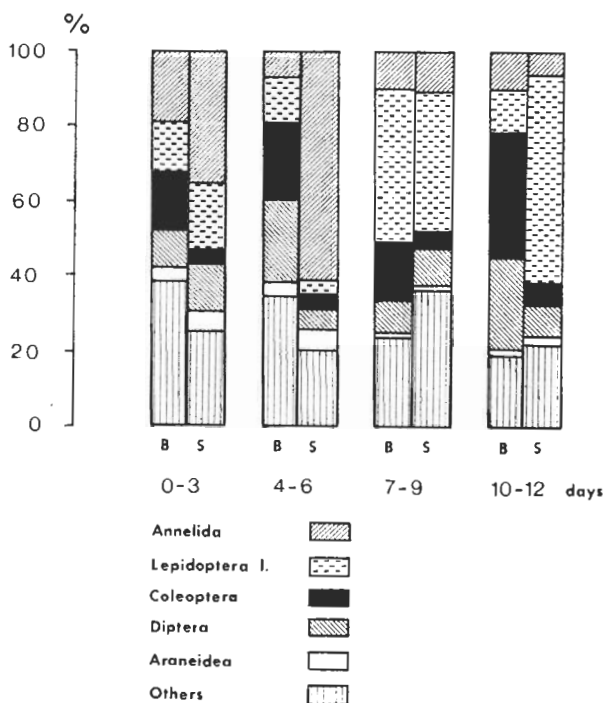


Fig. 2. Changes in food composition and the growth of nestlings (B = blackbird, S = song tursh)

Table 4. Average precipitation and dry weight of earthworms collected by blackbirds over 10-day periods (L - *Lumbricus* spp., D - *Dendrobaena* spp., A - *Allolobophora* spp., O - *Octolasion* spp., r - correlation coefficient, ns - nonsignificant correlation, x - the relative proportion of earthworms to total number of prey)

	10-day periods							r
	1	2	3	4	5	7	8	
	30.04 — — 18.07.							
1979								
Precipitation (mm)	0.8	0.0	2.4	0.6	—	2.5	—	
L + D	.17*	.05	.03	.03	—	.12	—	0.548 ns
A + O	.08	.005	.004	—	—	—	—	—0.200 ns
Total	.25	.05	.05	.04	—	.12	—	0.003 ns
1980								
Precipitation (mm)	1.7	2.1	—	1.9	2.8	—	0.7	
L + D	.17	.12	—	.07	.03	—	.05	—0.090 ns
A + O	.07	—	—	.03	.05	—	—	—0.170 ns
Total	.25	.12	—	.11	.09	—	.06	0.093 ns

Table 6. Principle food items of blackbirds and song thrushes from literature data (Only categories exceeding 10% of total prey indicated). Methods of food collection: + — analysis of stomach contents \* — neck-collared nestlings □ — observation

	Blackbird						Song thrush					
	Annelida	Coleoptera	Lepidoptera	Gastropoda	Hymenoptera	Plant food	Annelida	Coleoptera	Lepidoptera	Gastropoda	Hymenoptera	Plant food
Csiki (1908) +		×						×		×		×
Siivonen (1939) +						×		×				
Eble (1963) +		×						×			×	
Mustafæeva (1964)												
Davies and Snow (1965)□							×		×			
Korodi (1967)*	×	×	×							×		
Dyrcz (1969)*	×	×	×			×	×		×	×		
Vauk and Witting (1971) +		×			×	×						
Havlin (1977) +		×				×		×		×		
This study*		×	×				×		×			

of the blackbird. As regards actual food composition, the song thrush takes softer prey in greater quantities than the blackbird which shows preference for harder prey.

In both species lepidopterous larvae predominated in the food of the nestlings, the majority of which was made up by foliage-consuming caterpillars. Since these larvae live in the foliage and the thrushes feed on the surface of the soil, only in the period subsequent to the larval peak did the proportion of caterpillars increase in the food taken to the nestlings, when the larvae moved down to the soil to pupate.

Within the other prey category of importance, Diptera, the *Tipula* and *Limonia* species of poor flying ability which emerge in May predominated (mainly females full with eggs). The majority of other dipteran species were immediately after they had emerged from pupation and were yet unable to fly. Fully developed dipterans of powerful flying ability were found only rarely among the food items.

Both blackbirds and song thrushes consumed considerable quantities of earthworms. Presumably both the species living in deeper soil layers (*Allolobophora* spp., *Octolasion* spp.) and the ones near to the surface (*Lumbricus* spp., *Dendrobaena* spp.) are brought to the surface by sufficient rainfall and thus become susceptible to depredation by birds. To substantiate this presumption, I calculated for each 10-day period of 1979 and 1980 the dry weight of earthworms consumed by the nestlings (because of the uncertainty in estimation of the number of individuals), its relative proportion to total food and compared with the average precipitation of the periods (Table 4). I found no significant correlation between the amount of earthworms consumed and the amount of rainfall. Therefore it is probably not because of rainfall that earthworms are present in the food, though in spring, when there is more rainfall, they are taken in greater numbers to the nestlings than in the dryer period of the summer (SNOW, 1958).

Table 5. The common spider species of the litter layer of Turkey oakwoods (Loksa, unpublished data)  
A — abundance, \* — spring, early summer period, + — for juveniles only, B — total number consumed by blackbird nestlings

Species	A/m <sup>2</sup>	size of cephalothorax (mm)	Activity	B
<i>Pardosa lugubris</i> *	8.0 — 10.4	2.5 — 3.0	diurnal quickly moving	1
Micryphantidae spp.	1.6 — 10.2	1.0 — 2.0	nocturnal	—
Linyphidae spp.	3.2 — 9.6	1.9 — 2.4	nocturnal	9
<i>Leptyphantes flavipes</i>	3.2 — 6.4	1.0 — 1.5	nocturnal	—
<i>Trochosa terricola</i>	1.6 — 6.4 (9.6) +	3.7 — 5.0	nocturnal	3
<i>Harpactes rubicundus</i>	1.6 — 4.8	3.5 — 4.5	nocturnal	19
<i>Dysdera erythrina</i>	1.6 — 4.8 (9.6) +	3.0 — 4.0	nocturnal	1
<i>Xysticus cambridgei</i>	1.6 — 3.2	3.5	nocturnal	6
<i>Oxyptila</i> spp.	1.6 — 3.2	2.0 — 2.5	nocturnal	3

Because of the seaching tactics of the thrushes, spider species which do not occur on the surface of the soil were found only rarely in the food, though large numbers were taken of some species, e. g. *Xysticus lanio*. Of the species commonly occurring in the litter layer of the Turkey oakwood, principally the ones of greater dimensions and slow locomotion were captured (Table 5). JANSSEN and BRÖMSEN (1981) found in their studies in coniferous forests that the birds' predation on the larger spiders was greater than on the smaller ones.

A number of authors have found molluscs to be important (DAVIES & SNOW, 1965; DYRCZ, 1969; SNOW, 1958), but except study area No. 3, where slugs were important prey, snails occurred only in small quantities in the food of the nestlings. The cause of this discrepancy may be that the forests in Hungary are drier and hence poorer in molluscs than the habitats in England and Poland, where the above observations have been reported from. CSIKI (1908) and HAVLIN (1977) also reported high proportion of molluscs, though these findings may reflect the inadequacy of the stomach analyses, in which the proportion of animals with highly chitinated integumen or calcified shell is greater than the proportion taken (Table 6).

RICKLEFS' generalization (1968), that of the closely related species the larger ones have lower growth rates, proved to be valid for the two *Turdus* species. The younger animals feed on softer food, the older ones take harder prey categories. KORODI (1967) also found that during the growth of blackbird nestlings the proportion of Coleoptera increased and that of the spiders and Lepidoptera decreased.

The food compositions of the generalist thrush species are closely related to the food resources of their environment (Table 7.). At the beginning of the breeding season, when the thrushes took even proportions of the various prey categories, the food composition niche width of the thrushes was great. Caterpillars, which play a central role in the food of most passerines, become the predominant food of the birds when they are available and thus the food niche width of the thrushes decreases. Even when a prey category becomes superabundant, the thrushes take other prey as well because besides the energy requirements of the nestlings, other circumstances also influence the search for prey (ROYAMA, 1970;

Table 7. Temporal variation in food composition of the two thrush species from literature data. (Only categories exceeding 10% of total prey indicated, in decreasing order of percentile proportion. Abbreviations: Co - Coleoptera, An - Annelida, Di - Diptera, Ga - Gastropoda, He - Heteroptera, Hy - Hymenoptera, Le - Lepidoptera)

	April	May	June	July
<i>Turdus merula</i> KORODI (1967) This study	Co, He, Hy, An —	Le, Co Co, Di, An	Le, Co Le, Co	Le, Co, An Le, Co, An
<i>Turdus philomelos</i> DAVIES and SNOW (1965) DYRCZ (1969) This study	An, Ga — —	An, Le An, Di, Ga An, Di, Le	Le, An Co, Ga, Di, An Le, An	Ga, An Co, Le, Ga —

TINBERGEN, 1982). With the decrease in availability of the caterpillars, other items are also taken and thus the food spectrum and the food niche width decreases.

Of the two studied niche dimensions, the similarity between prey sizes of the two species was greater than that between food composition. The similarities between food compositions of the species and habitats show that the food resources of the given habitat determine the food composition of the two species. In an altered habitat, the orchard, considerably changed as compared with the natural habitat of the oakwood, the food of the song thrush changed to a lesser extent than that of the blackbird, indicating that this species does not readily follow the changes in its food resources. This fact, coupled with a smaller food niche width, indicates the specialized food regime of the song thrush that is accompanied by a less mobile dietary shift than that characteristic for the blackbird.

Appendix 1. Food of blackbirds (B) and song thrushes (S) in the study areas (1-6)

	1978			1979			1980						1981		1982		Total	
	B <sub>1</sub>		S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	B	S
	B <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	B	S
<b>Annelida</b>																		
Lumbricidae																		
<i>Lumbricus rubellus</i>																	8	3
<i>L. spp.</i>	4			32	3						3						119	22
<i>Allolobophora caliginosa</i>	2										11	2					2	
<i>A. rosea</i>	6																12	1
<i>A. spp.</i>	1	3		3		1											25	8
<i>Dendrobaena octaedra</i>	1																1	
<i>D. spp.</i>	1			4						1							3	13
<i>Octolasion</i> spp.																	5	
Lumbricidae indet.	3	4		8	1			3	4			1	4	2	1	49	82	32
<b>Enchytraeidae</b>																		
<i>Frídaerica</i> sp.								1	2								5	
Enchytraeidae indet.								1									1	
<b>Mollusca</b>																		
Enidae																		
<i>Zebrina detrita</i>										1								11
Arionidae				1					11		1					2	10	1
Helicidae																1	15	1
Gastropoda indet.										1				8			4	8
<b>Arthropoda</b>																	2	8
<b>Isopoda</b>																		
Porcellionidae																		
<i>Porcellio scaber</i>											1						1	1
<i>P. collicola</i>																	9	2
<i>P. spp.</i>																	2	2
<i>Protracheoniscus amoenus</i>																	18	2
<i>Ortomelapon planum</i>				1	3				2				1	1			1	1
<b>Armadillidiidae</b>																		
<i>Armadillidium vulgare</i>	1			1													5	19
<i>A. sp.</i>																	1	1
Oniscoidae indet.	1									1						11	1	3





	1978			1979			1980						1981			1982			Total	
	B <sub>1</sub>		S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	B	S
<b>Collembola</b>																				
Sminthuridae																				
<i>Sminthurus lubbocki</i>								1											1	
<b>Blattidea</b>																				
Ectobiidae							1													
<i>Phyllodromica</i> sp.																			1	
Blattidea indet.				1													2		3	
<b>Orthoptera</b>																				
Tettigoniidae																				
<i>Pholidoptera griseoptera</i>						1													1	
<i>Pachybrachis gracilis</i>															1				1	
<i>Isophya</i> sp.													1							1
Tettigoniidae indet.							1								4	1		1	5	3
Tetrigidae																				
<i>Tetrix bipunctata</i>																1				1
<i>T. nitans</i>																				1
Acrydiidae																				
<i>Chorthippus parallelus</i>																			3	
<i>Glyptobothrus apriciarius</i>															2				1	
<i>G. brunneus</i>																			1	
<i>G. spp.</i>																			3	
<i>Stenobothrus crassipes</i>																			4	
Acrydiidae indet.							2								8	1		9	4	6
Orthoptera indet.																	1			1
<b>Dermatoptera</b>																				
Forficulidae																				
<i>Forficula auricularia</i>							1											2		9
<i>Chelidurella acanthopygia</i>													2		23				38	2

[illegible][illegible][illegible]

<i>Cicadetta tibialis</i>	1	1	1	1	2
<i>C. spp.</i>	1			2	2
Cicadidae indet.				1	1
Membracidae					
<i>Centrotus cornutus</i>				2	2
Homoptera indet.				1	4
Neuroptera					
Raphidiidae					
<i>Raphidia flavipes</i>				3	5
<i>R. sp.</i>		2	1	1	4

<i>C. spp.</i>	1	2	2	2
<i>Cicadidae</i> indet.			1	1
<b>Membracidae</b>				
<i>Centrotus cornutus</i>		2		2
<b>Homoptera</b> indet.		1	3	4
<b>Neuroptera</b>				
<b>Raphidiidae</b>	1			
<i>Raphidea flavipes</i>		3	1	5
<i>R. sp.</i>		1		4

[illegible][illegible]

<i>Centrobrotus cornutus</i>	2	2	2
Homoptera indet.	1	3	4
<b>Neuroptera</b>			
Raphidiidae			
<i>Raphidia flavipes</i>	3	1	5
<i>R. sp.</i>	1	1	4

[illegible][illegible][illegible]

Neuroptera	1	2	1	3	1	5	4
Raphidiidae							
<i>Raphidia flavipes</i>							
<i>R. sp.</i>							

Raphidindae	1	2	1	3	1	3
<i>Raphidia flavipes</i>						
<i>R. sp.</i>						

<i>Rapnum juaripes</i>	1	1	3	1
<i>R. sp.</i>	1	2	1	4



[illegible]





	1978			1979			1980						1981			1982			Total	
	B <sub>1</sub>		S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	B	S
<b>Trichoptera</b>																				
<b>Lepidoptera</b>																				
Hepialidae p.																				
Tineidae																				
<i>Neopogon</i> sp.																				
Coleophoridae larvae												1								
Gelechiidae																				
<i>Depressaria</i> sp.																				
Gelechiidae indet.																				
Tortricidae																				
Tortricidae larvae																				
<i>Tortrix viridana</i>																				
<i>Pandemia</i> spp.																				
Tortricidae indet.																				
Tortricidae p.																				
Psychidae larvae																				
Microlepidoptera																				
Arctiidae larvae																				
<i>Callimorpha quadripunctata</i>																				
Arctiidae indet.																				
Notodontidae																				
<i>Drymonia chaonia</i>																				
<i>Lophopteryx camelina</i>																				
Notodontidae larvae																				
<i>Drymonia chaonia</i>																				
Notodontidae p.																				





	1978		1979			1980							1981		1982		Total			
	B <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	B	S	
<i>A. tragopoginis</i>														1				1		
<i>Apamea monoglyphia</i>														1				1		
<i>Tholera cespitis</i>														3				3		
<i>Cerastis rubricosa</i>														1				1		
<i>Agrotis</i> spp.														20				20		
<i>Hoplodrina</i> spp.														2	1			2	1	
<i>Diloba coerulescapata</i>														1				1		
Noctuidae indet.	5		13			9							5		115	12	9	7	153	24
Tettheidae p.				1													1		1	
Geometridae																				
<i>Alsophila aescularia</i>						1													1	
<i>Theria rupicapra</i>						1													1	
Geometridae indet.				1											1				2	
Geometridae larvae																				
<i>Colotois pennaria</i>			3	1		32			5			6	13		13	6			54	25
<i>Phygadeuon pilosaria</i>						2						4	1						2	5
<i>Operophtera brumata</i>			1			54						16	14		37	21			92	51
<i>Erannis defoliaria</i>	1					6							2		8	5			15	7
<i>E. marginalis</i>						1													1	
<i>E. leucophaea</i>															1				1	
<i>E. spp.</i>			8	1		10			1				3	1	5				25	4
<i>Pseudopanthera macularia</i>															1				1	
<i>Boarmia roboraria</i>															1				1	
<i>B. spp.</i>			16			19	1		1			16	9		1				39	25
<i>Rhodostrophia vibicaria</i>																				
<i>Lycia hirtaria</i>			11			1							1			1			12	2
<i>Asotus selenaria</i>						3													3	
<i>Angerona prunaria</i>						3													3	
<i>Tephritia arenacearia</i>						1													1	
<i>Ectropis bistortata</i>						1													1	
<i>Selenia lunaria</i>													2							
<i>Biston betularia</i>													1						2	
Geometridae indet.	6		34		1	32			1			9	11		94	14	1	4	168	40

[illegible]

	1978		1979			1980						1981		1982		Total				
	B <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>6</sub>	B <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	B	S
<i>Cheilosia</i> sp. Syrphidae indet.	1						2							1	1	1	1	1	4	2
Syrphidae larvae																				
Muscidae																1			3	
Calliphoridae																				
<i>Sarcophaga carnaria</i>																				
Calliphoridae indet.																				
Tachinidae																				
Diptera indet.																				
Diptera larvae indet.	38	2	12	4		3	10		1	31		3		1	7	1	4	1	72	6
Diptera p. indet.		1				1	1					1		1	5	1	2		48	5
																			1	1
<b>Hymenoptera</b>																				
Tenthredinidae																				
<i>Dolerus gonager</i>																			1	
<i>Allanthus masculus</i>																			1	
Tenthredinidae indet.	6					2									1			1	9	1
Tenthredinidae larvae																				
Cynipidae																			1	1
Ichneumonidae																			1	
Formicidae																				
<i>Camponotus</i> spp.	3		1				1								6				12	
Formicidae indet.			2		1	12	4					2			12		33	4	63	7
																	65			
Formicidae p.																				
Vespidae																				
<i>Vespa crabro</i>																			3	
Vespidae indet.																			3	

Apidae	2	1	1	6	1	1	2	1	1	5	4
Hymenoptera indet.	4	1	1	1	1	1	3	1	1	16	
Hymenoptera p. indet.										3	
<b>Pseudoscorpioidea</b>										1	
<b>Phalangidea</b>											
Opilioniidae											
<i>Zacheus crista</i>		1	1	1						7	1
<i>Opilio saxatile</i>										3	1
<i>Platybunus bucephalus</i>				5	3	1				6	
<i>P. spp.</i>		5			1					2	
<i>Lophopilio palpinalis</i>	2										4
<i>Egeemus convexus</i>											4
Opilioniidae indet.										30	
<b>Araneidea</b>											
Atypidae											
<i>Atypus affinis</i>		1		11						16	1
<b>Dysderidae</b>											
<i>Harpactes rubicundus</i>		9		3		1				19	3
<i>Dysdera erythrina</i>		1				1				1	
Dysderidae indet.										1	
<b>Drassidae</b>											
<i>Drassodes silvestris</i>		1								1	
<b>Clubionidae</b>											
<i>Clubiona terrestris</i>				1						1	
<b>Thomisidae</b>											
<i>Philodromus aureolus</i>	1			3						1	3
<i>Xysticus latio</i>	1	3		3						7	1
<i>X. kochi</i>				3						3	
<i>X. erraticus</i>					1					1	
<i>X. cambridgei</i>				2	2					6	1
<i>X. spp.</i>		2								1	4
<i>Oxyptila praticola</i>		1								2	1
<i>O. atomaria</i>					2					1	
<i>Heriatus hirtus</i>		1								1	
<i>Thanatus formicinus</i>		2								2	1
Thomisidae indet.										6	3

[illegible]

Plant foods	247	28	770	67	11	768	121	104	98	53	15	220	199	38	1272	167	318	91	3833	754
Rosales																				
Rosaceae																				
<i>Cerasus vulgaris</i>																				
<i>Malus sylvestris</i>																				
Artificial foods																				
bread																				
meal																				
Total																				

## Acknowledgements

I wish to thank the staff of the Department of Zoosystematics and Animal Ecology of the Eötvös University, Budapest, the Department of Zoology of the József Attila University of Szeged, the Plant Protection Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, and the Zoological Department of the Hungarian Natural History Museum, for identifying the various food categories. My sincere thanks are especially due to DR. IMRE LOKSA, who identified the spiders, and DR. ANDRÁS ZICHI, who supplied me with invaluable advice on the annelids. I am most grateful to the directors and staff of the Plant Protection Research Institute and the Törökbálint State Farm for their support throughout my work.

## REFERENCES

1. BALEN, J. H. VAN (1973): A comparative study of the breeding ecology of the Great Tit, *Parus major* in different habitats. — *Ardea*, 61: 1–93.
2. CODY, M. L. (1974): Competition and structure of bird communities. — Princeton, 318 pp.
3. CSIKI, E. (1908): Biztos adatok madaraink táplálkozásáról. — *Aquila*, 15: 183–206.
4. DAVIES, P. W. & SNOW, D. W. (1965): Territory and food of the Song Thrush. — *Br. Birds*, 58: 161–175.
5. DYRCZ, A. (1969): The ecology of the song-thrush (*Turdus philomelos* Br.) and blackbird (*Turdus merula* L.) during the breeding season in an area of their joint occurrence. — *Ekol. Pol.*, 39: 735–793.
6. EBLE, H. (1963): Ernährungsbiologische Untersuchungen an *Turdus philomelos* Brehm, *Turdus merula* L. und *Sturnus vulgaris* L. — *Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenb.*, 12: 211–234.
7. HARTLEY, P. H. T. (1953): An ecological study of the feeding habits of the English titmice. — *J. Anim. Ecol.*, 22: 261–288.
8. HAYLIN, J. (1977): Ein Vergleich der Nahrung des Stars und der Amsel. — *Folia Zool.*, 26: 45–56.
9. JANSSON, C. & VON BRÖMSEN, A. (1981): Winter decline of spiders and insects in spruce *Picea adies* and its relation to predation by birds. — *Holarct. Ecol.*, 4: 82–93.
10. KORODI, G. J. (1967): Beiträge zur Kenntnis der Brutbiologie der Amsel (*Turdus merula* L.) und zur Ernährungsdynamik ihrer Jungen. — *Zool. Abh. Mus. Dresden*, 29: 25–53.
11. KROLL, F. (1975): 180 Jahre Gartenamsel (*Turdus merula*). — *J. Ornith.*, 116: 215–216.
12. LACK, D. (1945): The ecology of closely related species with special reference to Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and Shag (*P. aristotelis*). — *J. Anim. Ecol.*, 14: 12–16.
13. LACK, D. (1971): Ecological isolation in birds. — Oxford and Edinburgh, 404 pp.
14. MACARTHUR, R. H. (1958): Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. — *Ecology*, 39: 599–619.
15. MUSTAFAEVA, R. G. (1964): K ekologii chernovo drozda (*Turdus merula* L.) v Azerbaidzhane. — *Izv. Akad. Nauk Azerbaidzhanskoy SSR. S. Biol.*, 5: 47–51.
16. NILSSON, S. G. (1979): Density and species richness of some forest bird communities in South Sweden. — *Oikos*, 33: 392–401.
17. PIELOU, E. C. (1969): An introduction to mathematical ecology. — New York, 286 pp.
18. RENKONEN, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. — *Ann. Zool. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo*, 6: 1–231.
19. RICKLEFS, R. E. (1967): A graphical method of fitting equations to growth curves. — *Ecology*, 48: 978–983.
20. RICKLEFS, R. E. (1968): Patterns of growth in birds. — *Ibis*, 110: 419–451.
21. ROYAMA, T. (1970): Factors governing the hunting behaviour and selection of food by the Great Tit (*Parus major* L.). — *J. Anim. Ecol.*, 39: 619–668.

22. SHANNON, C. E. & WEAVER, W. (1949): The mathematical theory of communication. — Urbana, Univ. of Illinois Press.
23. SHVONEN, L. (1939): Zur Ökologie und Verbreitung der Singdrossel (*Turdus ericetorum philomelos* Brehm)). — Ann. Zool. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo, 7: 1 — 285.
24. SMITH, J. N. M. (1973): The food searching behaviour of two european thrushes. II. The adaptiveness of the search patterns. — Behaviour, 49: 1 — 61.
25. SNOW, D. W. (1958): A study of blackbirds. — London, 192 pp.
26. TINBERGEN, J. M. (1981): Foraging decisions in starlings (*Sturnus vulgaris* L.). — Ardea, 69: 1 — 67.
27. TINBERGEN, L. (1960): The natural control of insects in pine woods. I. Factors influencing the intensity of predation by song birds. — Arch. Néer. Zool., 13: 265 — 343.
28. TÖRÖK, J. (1981): Food composition of nestling blackbirds in an oak forest bordering on an orchard. — Opusc. Zool., 17 — 18: 145 — 156.
29. TYE, A. (1981): Ground-feeding methods and niche separation in thrushes. — Wilson Bull., 93: 112 — 114.
30. VAUK, G. & WITTING, E. (1971): Nahrungsökologische Untersuchungen an Frühjahrsdurchzügler der Amsel (*Turdus merula*) auf der Insel Helgoland. — Vogelwarte, 26: 238 — 245.



## Welche Lumbriciden-Arten eignen sich noch in Europa zum Anlegen von Wurmulturen zwecks Kompostierungsversuche?

Von

A. ZICSI\*

**Abstract.** Preliminary data on life history and reproduction of *Eisenia lucens* (WAGA, 1857), *E. spelaea* (ROSA, 1901), *Dendrobaena veneta* (ROSA, 1886) and *D. hortensis* (MICHAELSEN, 1890) are given. Results of experiences concerning the reproduction of these species are compared with those of *Eisenia foetida* (SAVIGNY, 1826).

Obwohl der Mistwurm *Eisenia foetida* (SAVIGNY, 1826) in Europa sich ausschließlich für Kompostierungsversuche eingebürgert hat, lohnt es sich dennoch auch andere Lumbriciden-Arten hinsichtlich ihrer Tätigkeit bei der Zersetzung von Abfallstoffen in Erwägung zu ziehen. Dies wurde übrigens auch an der im April 1980 in Kalmazoo (Michigan), an dem „Workshop on the Role of Earthworms in Stabilization of Organic Residues“ abgehaltenen Tagung in Erhebung gebracht, darnach Arten gesucht werden sollen, die als Nutztiere bei der Zersetzung von organischem Material verwendet werden können.

Im Rahmen meiner langjährigen autökologischen Untersuchungen an Arten, die in Ungarn vorkommen (ZICSI, 1982), bin ich bei Beobachtungen im Höhlenbiologischen Laboratorium von Aggtelek auf Spezies gestossen, die unter gewissen Bedingungen zum Anlegen von Wurmulturen in Betracht gezogen werden könnten. Voraussetzungen für Wurmkulturbedingungen sind, wie bekannt, ein entsprechendes Futterverwertungsvermögen, eine von Natur aus gegebene hohe Vermehrungsquote und nicht zuletzt eine Temperaturpräferenz in der Lebens- und Fortpflanzungsweise, die den einheimischen klimatischen Verhältnissen angepaßt ist.

Diese Voraussetzungen berücksichtigend sind folgende Arten ins Auge gefaßt worden: *Eisenia lucens* (WAGA, 1857), *E. spelaea* (ROSA, 1901), *Dendrobaena veneta* (ROSA, 1886) und *D. hortensis* (MICHAELSEN, 1890).

Da es sich um solche Arten handelt, über deren Lebensweise — mit Ausnahme von *D. veneta* — überhaupt keine Angaben vorliegen und auch meine zur Erörterung gelangenden Ergebnisse noch vielseitig ergänzt werden müssen, sollen diese als vorläufige Mitteilungen betrachtet werden.

\* Dr. András Zicsi, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Lehrstuhl für Tiersystematik und Ökologie der Eötvös-Loránd-Universität), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

## Bekanntmachung der Ergebnisse

Wie auch aus der einschlägigen Literatur hervorgeht, wird die systematische Einreihung der Arten von den Taxonomen verschieden beurteilt. Da eine taxonomische Auseinandersetzung dieser Arten den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würden, verweise ich an dieser Stelle auf meine Revisionsarbeit (ZICSI, 1982a) wo die Einreihung in Gattungen und die Frage der Synonymie erörtert werden.

### *Eisenia lucens* (WAGA, 1857)

Diese Art kommt ausschliesslich in submontanen Lagen unter Baumrinde in morschem Holz vor. Da in der Forstwirtschaft verschiedene Substrate, wie Säge- und Baumrindenmehl sowie andere Holzabfälle, zur Kompositierung angeboten werden, zeigte sich eine nähere Erkundung der Lebensweise dieses Regenwurm für erforderlich. Zuerst wurde auf Anregung von mir die Darmflora dieser holzbewohnenden Art von MÁRIALIGETI (1979) und CONTRERAS (1980) näher untersucht, wobei eine sehr spezifische Zusammensetzung der Darmflora nachgewiesen werden konnte: eine *Vibrio*-Art in 70% und von den Aktinomyzeten wiederum eine Art, *Streptomyces limanii* in 90%.

Unsere orientierenden Vermehrungsuntersuchungen wurden unter verschiedenen Verhältnissen, im Höhlenbiologischen Laboratorium von Aggtelek bei Temperaturen von 10 °C und in oberirdischen Laboratorium bei Temperaturen von 18–20 °C durchgeführt. Als Substrat wurde morsches Holz, Säge- und Baumrindenmehl verwendet. Da in drei verschiedenen Substraten eine Vermehrung und Aufrechterhaltung der Tiere verfolgt werden konnte, kann eine Verwendung in Wurmulturen für bestimmte Zwecke ins Auge gefasst werden.

### *Eisenia spelaea* (ROSA, 1901)

Die Art lebt im Bachbett submontaner Höhenlagen. Unterscheidet sich in morphologischen Kennzeichen nur minimal von der vorausgehenden Art. In konserviertem Zustand kann sie mit Sicherheit nur von einem Fachmann bestimmt und von *E. lucens* unterschieden werden. Während *E. lucens* im lebenden Zustand über ein Leuchtvermögen verfügt, fehlt dies bei *E. spelaea*. Diese Art verträgt ständige Wasserbedeckung des Standortes und auch stauende Feuchtigkeit. Die Kokons werden unter natürlichen Verhältnissen in von Losung gebetete Kämmerchen abgelegt.

In einem Gemisch von Laubstreu-Detritus und Rinderkot sowie Erde konnte diese Art zur Fortpflanzung gebracht werden. Die Ablage der Kokons erfolgte 1,5–2 Monate, nacher wurde eine Rückbildung der Gürtels beobachtet. Da es sich um eine Art handelt, deren Vermehrungsquote hoch ist, da in einem Kokon sich auch mehrere Jungtiere entwickeln können, ausserdem auch eine hohe Feuchtigkeit verträgt, würde es sich lohnen weitere Vermehrungsversuche auf verschiedenen Substraten in die Wege zu leiten.

Da es sich um nahe verwandte Arten handelt, die außer den minimalen morphologischen Merkmalen mit denen sie voneinander unterschieden werden können, noch durch die bedeutenden Größenunterschiede abweichen, werden sie zusammen besprochen. Mit größter Wahrscheinlichkeit stammen die dem Artenkreis *veneta* angehörenden Formen aus dem Kaukasus und dem Nahen Osten, wo sie vorwiegend in der Laubstreu verschiedener Wälder, aber auch unter Baumrinde in morschem Holz angetroffen werden konnten. In Europa werden die Vertreter dieses Artenkreises, soweit mir dies bekannt ist, im Kompost bzw. in der Nähe menschlicher Siedlungen angetroffen. Wie meine Fütterungsversuche im Höhlenbiologischen Laboratorium gezeigt haben, beteiligen sie sich intensiv an der Zersetzung verschiedener Falllaub-Arten, doch fühlen sie sich auch in verschiedenen organischen Abfällen, wie Rinder oder Hasenmist, sehr wohl.

Tabelle 1

Art	Durchschnittsgewicht eines Tieres in g	Zahl der Jungtiere pro Kokon		Inkubationszeit in Tagen bei 18 – 20 °C	Entwicklungszeit der Jungtiere in Tagen
		Min.	Max.		
<i>E. foetida</i>	0,65	1	11	14 – 21	70 – 98
<i>E. lucens</i>	1,62	1	6	22 – 30	130 – 150
<i>E. spelaea</i>	1,13	1	4	23 – 27	110 – 130
<i>D. veneta</i>	1,49		1	21 – 31	82 – 99
<i>D. hortensis</i>	0,35		1	14 – 19	75 – 85

Unsere Fütterungs- und Vermehrungsversuche wurden in einem Gemisch (1 : 1) von Rinder- und Hasenkot durchgeführt. Obwohl beide Arten pro Kokon nur 1 Nachkommen nachweisen können, lassen sie sich zu Kompostierungsversuche heranziehen, da sie intensiv sich an der Zersetzung der angebotenen Substrate beteiligen.

Zusammenfassend werden in nachstehender Tabelle einige Angaben bezüglich der Fortpflanzung der erwähnten Arten angeführt und mit denen von *E. foetida* verglichen.

#### SCHRIFTTUM

1. CONTRERAS, E. (1980): Studies on the intestinal actinomycete flora of *Eisenia lucens* (Annelida, Oligochaeta). – *Pedobiologia*, 20: 411 – 416.
2. GRAFF, O. (1978): Physiologische Rassen bei *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) (Oligochaeta: Lumbricidae). Ein Beitrag zur Frage der Domestikation dieser Art. – *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 15: 251 – 263.
3. GRAFF, O. (1983): Unsere Regenwürmer. Lexikon für Freunde der Bodenbiologie. Verlag Schaper, Hanover: 1 – 112.
4. MÁRIALIGETI, K. (1979): On the community-structure of the gut-microbiota of *Eisenia lucens* (Annelida, Oligochaeta). – *Pedobiologia*, 19: 213 – 220.
5. ZICSI, A. (1982): Über neue zooökologische Forschungsmöglichkeiten im Biologischen Laboratorium der Baradla-Höhle bei Aggtelek. (Ungarisch mit deutscher Zusammenfassung). *Állatt. Közlem.*, 69: 13 – 17.
6. ZICSI, A. (1982a): Verzeichnis der bis 1971 beschriebenen und revidierten Taxa der Familie Lumbricidae (Oligochaeta). – *Acta Zool. Hung.*, 38: 421 – 454.